

Article, Published Version

**König, Dietrich**

## **Deutung von Luftbildern des schleswig-holsteinischen Wattenmeeres, Beispiele und Probleme**

Die Küste

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit/Provided in Cooperation with:  
**Kuratorium für Forschung im Küsteningenieurwesen (KFKI)**

---

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/101014>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

König, Dietrich (1972): Deutung von Luftbildern des schleswig-holsteinischen Wattenmeeres, Beispiele und Probleme. In: Die Küste 22. Heide, Holstein: Boyens. S. 29-74.

### **Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:**

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.



# Deutung von Luftbildern des schleswig-holsteinischen Wattenmeeres, Beispiele und Probleme\*)

Von Dietrich König

## Summary

*The present exposition has as basis the air photograph maps of the wadden region of Schleswig-Holstein (North Germany), accomplished 1935/38 (interior area, 2500 km<sup>2</sup>) and 1958 (total wadden region, 3600 km<sup>2</sup>).*

*Moreover, rectified air photograph maps as early as 1926 exist of the North Frisian "Hallig"-islands Langeneß, Oland, Nordstrandischmoor, Norderoog.*

*Many oblique air photographs and photographs from the ground were used for the explanation.*

*The interpretation was worked out in virtue of the author's own knowledge of the described areas.*

*The total region from the western border of the wadden sea to the islands and to continental territories bordering on the wadden region was regarded by the following localities and their surroundings as examples:*

- 5 land reclaiming areas and marshland shores: Hauke-Haien-Koog, Hamburger Hallig, Nordstrand Dam, Wöhrden Harbour, Hallig Helmsand;*
- 4 "Halligen" (a "Hallig" is a little marshland island without any dike or only with a low dike): Langeneß, Gröde, Norderoog, Südfall;*
- 10 bare wadden flats: Amrum, Hooge/Norderoog, Süderoog, Eider Estuary, Blauort, Christianskoog, Helmsand, Kronprinzenkoog, Marner Plate, total Waddenregion of Northern Dithmarschen between Meldorf Harbour and Trischen;*
- 7 dune areas and high and low sand banks: Northern end of Amrum, sandbanks northwards of Amrum, Kniepsand at Amrum, Süderoogsand, west coast of Eiderstedt, Tertius-Sand westwards of Büsum, shallow sandbanks seawards of Trischen.*

*Some special phenomenons and problems of air photographs are treated: variabilities of little tidal gullies, manifestation of diatom and barnacle colonies, influence of incidence of sunlight, different scales, details of air photographs of the Eider area, different transformations in the different wadden regions.*

*Finally, the possibilities and impossibilities of interpretation of wadden air photographs are collated and discussed.*

## Gliederung

A. Vorbemerkung . . . . .	30
B. Beispiele . . . . .	32
1. Übersicht über das Gesamtluftbild des schleswig-holsteinischen Wattenmeeres . . . . .	32
2. Verlandungsgebiete	
a) Gebiet des Hauke-Haien-Kooges . . . . .	34
b) Verlandungsgebiet bei der Hamburger Hallig und Wattstrom „Strand“ . . . . .	35
c) Verlandungsgebiet am Nordstrander Damm . . . . .	36
d) Verlandungsgebiet am Wöhrdener Hafen . . . . .	38
e) Verlandungsgebiet bei Hallig Helmsand . . . . .	38
3. Nordfriesische Halligen	
a) Hallig Langeneß . . . . .	39
b) Hallig Gröde . . . . .	40
c) Hallig Norderoog . . . . .	42
d) Hallig Südfall . . . . .	43
4. Freie Wattflächen	
a) Watt bei Amrum . . . . .	44

\*) Mit besonderer Bildmappe.

b) Wattgebiet südlich Hallig Hooge . . . . .	45
c) Watt bei Hallig Süderoog . . . . .	46
d) Dithmarscher Watt vor der Eidermündung . . . . .	46
e) Watt bei Blauort-Sand . . . . .	47
f) Watt vor Christianskoog . . . . .	48
g) Watt bei Hallig Helmsand . . . . .	49
h) Watt vor Kronprinzenkoog . . . . .	50
i) Marner Plate . . . . .	51
k) Dithmarscher Watt zwischen Meldorfer Hafen und Trischen . . . . .	53
5. Dünengebiete, Außensände und Sandbänke	
a) Nordspitze von Amrum . . . . .	54
b) Sandbänke nördlich der Insel Amrum . . . . .	56
c) Kniepsand vor Amrum . . . . .	56
d) Süderoogsand . . . . .	58
e) Strandgebiet an der Westküste von Eiderstedt . . . . .	58
f) Tertius-Sand . . . . .	59
g) Sandbänke bei Trischen . . . . .	60
6. Besondere Einzelercheinungen	
a) Veränderlichkeit kleiner Priele . . . . .	61
b) Wiedergabe der Siedlungen von Kieselalgen (Diatomeen) auf Luftbildern . . . . .	62
c) Seepocken im Luftbild . . . . .	63
d) Der Einfluß des Gegenstandswinkels auf die Grautönungen im Luftbild . . . . .	64
e) Verschiedene Abbildungsmaßstäbe, Bildgröße auf den Fotos . . . . .	65
f) Einzelheiten im Luftbild der Eider bei der Grünen Insel . . . . .	66
g) Unterschiedliche Veränderungen in den verschiedenen Wattzonen . . . . .	67
C. Zusammenfassung . . . . .	69
D. Schriftenverzeichnis . . . . .	72
E. Verzeichnis der Abbildungen (in besonderer Mappe)	

### A. Vorbemerkung

Die Möglichkeit, im schleswig-holsteinischen Wattgebiet bei Geländearbeiten, Planungen, wasserwirtschaftlichen, bautechnischen, biologischen und anderen Vorhaben maßstabsgerechte Senkrechtaufnahmen zu verwenden, ist noch relativ jung. In den Archiven der Wasserwirtschaftsverwaltung liegen die Luftbildpläne von vier Halligen. Die Aufnahmen wurden im Sommer 1926 gemacht. Daraus wurden 1928 entzerrte Bildpläne hergestellt, welche schon die wesentlichsten Anforderungen an solche erfüllen: Sie sind maßstabsgerecht in das Gitternetz eingetragen, mit Aufnahmetag und Uhrzeit versehen. Allerdings haben sie einige phototechnische Mängel. Sie sind wenig kontrastreich und zum Teil nur mit Mühe zu lesen. Immerhin können sie schon als wertvolle Ergänzungen der vorhandenen Landkarten und Katasterkarten dienen. Es sind m. W. die ältesten für dieses Gebiet vorhandenen Luftbildpläne.

Für die Interpretation liegen als Hauptmaterialien die Luftbildpläne der Befliegung des Wattenmeeres von 1935/37 und von 1958 vor, darüber hinaus eine ganze Reihe von Luftbildern von irgendwie wichtigen Einzelgebieten aus verschiedenen Jahren bis in die neueste Zeit hinein (1968). Obwohl also seit geraumer Zeit das kartenmäßig verarbeitete Gesamtluftbild des schleswig-holsteinischen Wattenmeeres vorhanden ist (DOLEZAL in Vorbereitung), ist bisher noch keine interpretierende Gesamtübersicht davon gegeben worden. Verwendung und Erörterung von Luftbildern (Senkrecht- und Schrägaufnahmen) einzelner Watt- und Küstengebiete aus dem schleswig-holsteinischen Raum ist zu verzeichnen bei folgenden Autoren: BANTELMANN (1966), BIELFELDT (1967), BOBEK (1941), BUSCH (1954), DOLEZAL (1966), GIERLOFF-EMDEN (1961), GRIPP (1968), KNOP (1963), KÖNIG (1964, 1968a, b), LORENZEN (1960), DEGN/MUUSZ (1965, 1968), PETERSEN (1954, 1967), RÜPKE (1966), SINDERN/KATHAGE (1966), VOIGT (1965), WOHLLENBERG (1950), WRAGE (1958).



Die für das Luftbildwesen am Meer auftauchenden Aufgaben sind natürlich von vielen Stellen und Personen, welche mit diesem Bereich zu tun haben, erkannt und herausgestellt worden. Als Beispiel sei auf die Zusammenstellung von RUELLAN (1962) hingewiesen. Er nennt die Einzelaufgaben, welche sich für die Bearbeitung der Küstenprobleme durch interpretierende Verwendung des Luftbildes (besonders des stereoskopischen) ergeben. Eine ganze Reihe davon gelten auch für das Wattenmeer: Formenstudium, Versandung und Verschlickung von Häfen, Küstenerosion, Veränderung der Formen, Beziehung zu Modellversuchen, Lagunen, Deltas, Dünen.

In den nachfolgenden Ausführungen werden zum Verständnis der auf den Senkrechtluftbildern sichtbaren Erscheinungen auch Karten herangezogen, Schrägaufnahmen aus geringeren Höhen verwendet, Schilderungen von Beobachtungen am Boden gegeben, zeitliche und regionale Vergleiche in verschiedener Hinsicht gezogen, Betrachtungen in allen Maßstäben durchgeführt – vom geographischen Überblick bis zum Mikroskopbild von Einzelerscheinungen (s. z. B. Abschnitt B, 6b). Je länger man sich mit diesen Luftbildern befaßt, desto deutlicher wird einem die Notwendigkeit eines solchen möglichst reichhaltigen „Instrumentariums“ von Betrachtungsmitteln und -weisen für die Deutung. Es ergibt sich dabei – trotz verbleibender Zweifel über die Art einzelner Erscheinungen – doch vielfach ein guter Eindruck von den Zusammenhängen innerhalb der Gesamtheit einer Landschaft, von der Abhängigkeit des Kleinen vom Großen wie auch umgekehrt, von der unerschöpflichen Formenfülle wie auch Variabilität einzelner Erscheinungstypen. Ein Gesamtbild des schleswig-holsteinischen Wattenmeeres als Luftbild zeigt auf den ersten Blick eine größere Fülle von Einzelheiten als die entsprechenden geodätisch oder durch Lotung gewonnenen Karten des Gebietes, die Wattkarte und die Seekarte. Das Luftbild wirkt als Photographie gerade in der heutigen, auf Lichtbilder eingewöhnten Zeit unmittelbar auf die Anschauungskraft. Bei näherer Betrachtung treten aber, wie es in jeder Naturaufnahme der Fall ist, in der Fülle des Dargestellten neben klar erkenn- und deutbaren Dingen eine Menge Einzelheiten hervor, welche nicht ohne weiteres klar sind. Die Verwendung des Luftbildes für die verschiedensten Zwecke erfordert daher eine Beschreibung, Erläuterung, Deutung, Auswertung.

Es wird aus den Darlegungen hervorgehoben, daß vielfach eine Deutung von Einzelheiten des Luftbildes unmöglich ist, da die sichtbaren Erscheinungen auf diesem durch verschiedenartige Ursachen hervorgerufen sein können. Die Kenntnis der dargestellten Flächen durch Begehung und Besichtigung zu Fuß ist gerade bei der Auswertung von Wattleuftbildern vielfach unerlässlich. Es wird sogar oft so sein, daß man Einzelerscheinungen nur unmittelbar nach Fertigstellung des Luftbildes draußen wiederfinden und durch Vergleiche mit der Natur richtig deuten kann. Die Kontrolle des Dargestellten draußen zu einer späteren Zeit, einer anderen Jahreszeit oder in einem anderen Jahr zur gleichen Jahreszeit wird oft schon unmöglich sein, weil dann an der betreffenden Stelle etwas ganz anderes zu sehen ist. Gerade bei Wattleuftbildern ist es wichtig, den genauen Zeitpunkt der Aufnahme und die Umstände – soweit möglich – anzugeben; denn das sind wesentliche Voraussetzungen für Beurteilungen, Interpretation und Vergleichsmöglichkeit.

Bei der Wattkarte und der Seekarte ist die Deutung des Kartenbildes von vornherein gegeben. Diese beiden Karten sind keine Abbilder der Natur, sondern Teildarstellungen von ihr mittels festgelegter Signaturschemen. Sie machen in ganz bestimmter Art und Weise Aussagen über ganz bestimmte Einzelelemente der Landschaft; alles andere fehlt auf ihnen. Dagegen ist auf dem Luftbild alles erhalten, was optisch von der Landschaft wahrnehmbar ist – sowohl das, um dessentwegen das Luftbild angefertigt wird (das wird jedenfalls erhofft), wie auch alles mögliche andere, nach welchem nicht gefragt war. Und alles das ist in den natürlichen Lage- und Größenverhältnissen zu sehen. So ist das Luftbild ein Komplex, der erst durch die Interpretation gegliedert und erklärt werden muß. Sein Gebrauch kann also nur mit Vorsicht geschehen.

In den folgenden Einzeldarstellungen sollen die charakteristischen Erscheinungen des schles-



wig-holsteinischen Wattenmeeres, wie sie nur auf dem Luftbild oder differenzierter als auf den Karten der terrestrischen Vermessung zu sehen sind, in einer Reihe von Beispielen beschrieben und interpretiert werden. Hierdurch soll der Blick auf Einzelheiten dieser nicht jedermann aus eigenem Erleben bekannten Regionen gerichtet werden, welche im vorliegenden Zusammenhang bemerkenswert oder wichtig erscheinen. Die Reihenfolge der einzelnen Schilderungen soll – nach einer Gesamtüberschau – im großen und ganzen vom Festland aus nach See zu in der folgenden regionalen Anordnung gehen: Verlandungsgebiete – freie Watten – Außensände. Innerhalb dieser Abschnitte sind die Beispiele jedesmal von Norden nach Süden zu aneinandergereiht. In der Natur verzahnen sich diese Regionen weitgehend; deshalb darf die Einteilung nicht zu streng genommen werden.

Die Abbildungen sind 1. eine nach dem Ermessen und den Kenntnissen des Verfassers ausgewählte Serie von Beispielen aus der schleswig-holsteinischen Küstenlandschaft.

Sie können 2. im Zusammenhang mit Veröffentlichungen anderer Autoren betrachtet werden, so daß sich mehrere Arbeiten zu einem um so deutlicheren Bild des dargestellten Landschaftsteiles ergänzen.

Es werden 3. auch einige ältere Bilder mit technischen Mängeln gebracht, weil diese historisch und entwicklungsgeschichtlich von Wert, aber nicht allgemein zugänglich und außerdem nur jeweils in einem Einzelstück vorhanden sind.

Die Abbildungen sollen 4., auch da, wo sie nicht mit allen Einzelheiten beschrieben und interpretiert worden sind, anderen Interessenten für eine anders gerichtete oder ausführlichere Auswertung verfügbar sein. Die Reichhaltigkeit und Mannigfaltigkeit der Formen im Wattenmeer wird um so größer, je mehr man es kennenlernt, und je mehr man sich in die Luftbilder vertieft. Es können in dem hier gegebenen Rahmen unmöglich alle Wattgebiete bildlich wiedergegeben werden.

Deshalb wollen die hier abgebildeten 5. zur Beschäftigung auch mit den übrigen, hier nicht dargestellten Wattgebieten anregen<sup>1)</sup>.

## B. Beispiele

### 1. Übersicht über das Gesamtbild des schleswig-holsteinischen Wattenmeeres (Abb. 1)

Der Blick auf das Gesamtluftbild des schleswig-holsteinischen Wattengebietes ergibt, wie gesagt, wegen der reichhaltigen Tönungen einen ganz anderen Eindruck als eine Karte der terrestrischen Vermessung oder eine Seekarte. Dieses Gesamtbild soll daher zuerst übersichtlich beschrieben werden, wobei besonders auf das hingewiesen wird, was nur auf der Luftbildkarte oder besser als auf der Seekarte erkennbar ist (Abb. 1).

Es fallen eine Reihe von Wattflächen auf, welche vor dem Festlande mehr oder weniger zusammenhängen, nach See hin aber – je weiter nach draußen, desto deutlicher – durch 1 bis 2 km breite Wattströme getrennt sind. Sehr unscharf und undeutlich in der randlichen Begrenzung ist nur das Wattstromsystem zwischen Sylt und Föhr, bestehend aus dem *Eidum-Tief*, das nach dem Rantum-Becken zu ausläuft und dem *Hörnum-Tief*, welches sich nach dem Lande hin in die völlig diffus erscheinenden Senken *Wester-* und *Osterley* gegen den Winkel zwischen Hindenburgdamm und Deich des Lübke-Kooges ausbreitet. Die oberen Enden dieses Systems,

<sup>1)</sup> Viele der hier beschriebenen Einzelheiten sind auf den als Druckvorlagen benutzten Photobildern gut zu erkennen, aber auf den gedruckten Bildern infolge Verkleinerung und Rasterstruktur nicht immer so deutlich.



besonders des Hörnum-Tiefs, ersticken gleichsam in dem Schlickgebiet, welches sich seit dem Bau des Hindenburgdammes gebildet hat und zur Eindeichung des Friedr.-Wilh.-Lübke-Kooges geführt hat. Aber auch vor dem Bau dieses Dammes (1927) war an dieser Stelle die Verbindung der Wattströme, welche um die Nord- und die Südspitze von Sylt herum den Wasserwechsel leiten, offenbar (z. B. nach der Seekarte von 1869 und 1898) nur in Form schmäler und flacher Priele vorhanden. Von den übrigen Hauptwattströmen Nordfrieslands zeigt die *Norderaue* entlang der Südküste von Föhr scharfe Konturen. Dagegen teilt sie sich östlich von Föhr, wo sie sich mit den festlandnahen Ausläufern des Hörnum-Tiefs verbindet, ähnlich wie dieses in ein Nebeneinander sehr veränderlicher, flacher und tiefer, steil- und flachrandiger Parallelpriele und Legden (Senken) mit trockenfallenden Bänken dazwischen. Die Wattströme Nordfrieslands standen oder stehen in Festlandsnähe untereinander in Verbindung; auch dies tritt auf dem Gesamtluftbild viel differenzierter hervor als auf der Seekarte. Die Verbindung zwischen Norder- und Süderaue war (nach der Seekarte von 1869) im letzten Jahrhundert nie scharf ausgeprägt. Der Damm von Dagebüll über Oland nach Langeneß hat sie dann ganz unterbrochen. Doch zeigt das Luftbild, daß sich der Priel *Schlütt*, das obere Ende der Süderaue, als scharf markierte Rinne herausgebildet hat, während von der Norderaue zum Damm herüber nur verwaschene Senken vorhanden sind. Die Verbindung zwischen Süderaue und Norderhever vor der Hamburger Hallig, der „*Strand*“, ist auf dem Luftbild als scharfkantige Rinne ausgebildet. Er war früher bekanntlich (KNOP 1963) nicht so tief und breit, aber (nach der Seekarte von 1898) schon deutlich ausgeprägt. Die Verbindung zwischen Norder- und Süderhever östlich von Nordstrand ist durch den Dammbau unterbunden worden, und durch intensive Landgewinnungsarbeiten sind die Priele beiderseits des Dammes in ihren Oberabschnitten völlig zugeschlickt und verschwunden.

Im südlichen, dem Dithmarscher Wattabschnitt, tritt als ein den nordfriesischen Wattströmen ebenbürtiger Strom nur die *Piep* hervor, welche zum Wattsystem der Meldorfer Bucht gehört. Demgegenüber wirken die beiden anderen großen Rinnen, die *Außeneider* und das *Klotzenloch* vor der Süderdithmarscher Küste, unauffällig. Im Dithmarscher Abschnitt gehen aber mehr als im nordfriesischen Wattströme geringerer Breite (bis etwa 1 km Breite) und Länge von der offenen Nordsee aus in das Wattgebiet hinein: Das *Wesselburener Loch* sowie die Begrenzungspriele der Marner Plate, *Flackstrom* und *Neufahrwasser*. Ihnen ist im nordfriesischen Watt größen- und lagemäßig nur das *Rummelloch* westlich von Pellworm vergleichbar.

Die Systeme der großen Wattströme, die auf dem Luftbild schwarz erscheinen und somit tieferes Wasser auch bei Niedrigwasser erkennen lassen, verästeln sich in die Wattflächen hinein in immer feinere Priele. Teils ist bei diesen auf dem Luftbild ebenfalls bei Niedrigwasser noch Wasserführung erkennbar, teils fallen sie nach oben hin ganz trocken. Auf die Untergliederung von Hauptwattstromsystemen wird in den nachfolgenden Einzeldarstellungen gelegentlich weiter eingegangen werden.

Einige der Ausmündungen der großen Ströme sind durch Sandbänke verschiedenster Form (was auf starke Veränderlichkeit hindeutet) verbaut: das *Vortrapptief*, die *Hever*, die *Eider*, die *Piep* (durch den stabiler wirkenden Tertius-Sand), *Flackstrom* und *Klotzenloch*. Der Außenrand des Wattgebietes ist im Nordabschnitt im Luftbild schärfer markiert als im Südabschnitt. Die bei normalem Hochwasser nicht überfluteten Außensände, welche die Grenzzone gegen die See bilden, stoßen am Kniepsand von Amrum, am Japsand und Norderoogsand sowie Süderoogsand mit ihren seeseitigen Rändern unmittelbar an die Wattenmeergrenze. Nur flachere Sublitoralbänke (Riffe) und weiter abgesetzte vorgelagerte Sandbänke wie z. B. westlich des *Vortrapptiefs* vor Amrum, liegen noch zwischen Außensand und freier Nordsee. Aber schon vor der Westküste von Eiderstedt, vor dem *Westerheversand* und den beiden *Sandplatten* von



*St. Peter-Ording* liegen, mehr oder weniger parallel zu ihnen, ein bis zwei km breite, nur wenig durch Längs- und Querrinnen abgetrennte kleinere Wattflächen, Bänke oder Riffe vor den hochwasserfreien Sänden. Im Dithmarscher Raum erstrecken sich vor den hochwasserfreien Sänden Blauort (nördlich der Norderpiep) und Tertius (zwischen Norder- und Süderpiep) noch sieben bis acht Kilometer weit nach Westen spitz auslaufende Sände. Auch dem Buschsand mit Trischen sind, besonders im Südwesten und Norden, solche Sandbänke vorgelagert.

## 2. Verlandungsgebiete

### a) Gebiet des Hauke-Haien-Kooges (Abb. 2a-c)

Ein gutes Beispiel für das Erkennen der künstlichen Veränderungen im Verlandungsbereich durch wasserwirtschaftliche Maßnahmen ist das Gebiet des heutigen Hauke-Haien-Kooges in Nordfriesland. Auf dem Bild von 1935 (Abb. 2a) sieht man am oberen Bildrand noch ein Stück des Fahretofter Kooges mit dem Seedeich. Südöstlich davor liegt der Blumen-Sommerkoog, darin eine Ringdeichtränke und eine Tränkkuhle auf jeder Parzelle. Vor dem Fahretofter Koog erstreckt sich ein 300 bis 400 m breites Vorland. Es wird, wie die Aufnahme vom 10. August deutlich zeigt, in der Nordwesthälfte als Mähland (Mehde) genutzt; man erkennt das an den langen hellen gemähten Streifen. Die Südosthälfte dagegen zeigt einen gleichmäßig grauen Ton; hier ist das Vorland Schafweide, ebenso vor dem Blumen-Sommerkoog. Die seewärtige Grenze des hohen Rotschwengel-Vorlandes ist vor dem Fahretofter Koog sehr deutlich durch eine helle Abbruchkante erkennbar, ein Zeichen für das längere Bestehen dieses Vorland-Abschnittes vor Beginn der Landgewinnungsarbeiten. Vor dem Sommerkoog ist diese Grenze nicht deutlich; hier hat sich das Grünland nach Einsetzen der Landgewinnungsarbeiten fast stufenlos nach draußen entwickelt. Vor dem Vorland ist das nach SW gerichtete System der Lahnungsfelder und Entwässerungsgräben zu sehen, damals in etwa 700 m Breite schon gegrüpft, in den oberen Partien auch schon etwas bewachsen (dunkle Tönung der Wattäcker), im unteren, 400 m breiten Lahnungsstreifen aber noch ungegrüpft und teilweise mit Seegras oder Algen bewachsen (dunkle Flecken). Jede Entwässerungsrinne aus den Lahnungsfeldern heraus bildet bei den äußeren Lahnungen eine flache, in der Fließrichtung gestreckte Pfütze von der Breite des Abstandes der Lahnungsenden. Nach draußen setzt sie sich selten gleich in einem deutlich markierten Priel fort. Ein solcher bildet sich erst etwas weiter zum Wattstrom *Schlütt* hin.

Von der Nordwestecke des Fahretofter Deiches aus (bei der Lütt-Jens-Warf) zog nach SW zur Hallig Oland der erste Damm, größtenteils ein Faschinendamm mit Pfählen, welcher 1896/99 gebaut wurde, das Schlütt durchquerte und während des 1. Weltkrieges verfiel. Er ist auf dem Luftbild von 1935 in seinen Resten und an den an ihm durch Auskolkung gebildeten Wasserstreifen in der ganzen Länge sichtbar, sogar im Schlütt. Auch auf dem Luftbild von 1958 ist die Dammlinie zu größeren Teilen noch erkennbar.

Das Luftbild nach der Eindeichung und Besiedlung des Hauke-Haien-Kooges (Abb. 2c) nach einer Aufnahme vom 5. November 1962 gibt nicht nur ein gutes landschaftliches Bild, sondern läßt auch die Stadien der historischen Entwicklung dieser lange Zeit amphibisch gewesenen Landschaft erkennen. Im Deckblatt zu Abbildung 2c sind die einzelnen Stadien der Bedeichung markiert: Die Eindeichungen der damaligen Hallig Ockholm (1) und des Waygaarder Kooges (2) im 16. Jahrhundert, der Dammbau zur benachbarten damaligen Hallig Fahretoft (1632-1638) durch das Bottschlotter Tief, die Bedeichung des Maasbüllers Herrenkooges (3), des Blumenkooges im Bottschlotter Tief (4), der Hallig Fahretoft und des Bottschlotter Kooges (5) (alle im 17. Jahrhundert), wobei der heutige Bottschlotter See in der



Wattniederung entstand. Im 18. Jahrhundert wurde der Juliane-Marien-Koog (6) geschaffen, keine 100 Jahre später der Blumen-Sommer-Koog (7) und schließlich in unserem Jahrhundert der Osewoldter Koog (8) und der Hauke-Haien-Koog (9). Alle diese Etappen sind im Luftbild in Gestalt der alten Deiche, Deichsiedlungen und Wege deutlich sichtbar, dazu das Entwässerungssystem der Bongsieler Wasserlösung. Man sieht im Hauke-Haien-Koog noch die Linie des Sommer-Kooges (dessen Deich abgetragen ist), die Tränkkuhle darin, den hellen Fleck, wo sich vordem der Ringdeich erhob, die Vorlandzone, die Lahnungsbezirke. Neu hinzugekommen sind die Straße, die Bauernhöfe sowie der Damm und Graben von Nordwesten nach Südosten, welcher die nordöstlichen Landwirtschaftsflächen von den Speicherbecken trennt. Die Bongsieler Wasserlösung ist im Bild besonders scharf hervorgehoben durch die schwarzen Wasserflächen. Der Bottschlotter See (oben rechts), der auch als Speicherbecken mit Verbindung zum Bongsieler Kanal dient, hat zum Teil an seinen Ufern und im ganzen Norddrittel Schilfbestände, welche gut als solche erkennbar sind. Der eingedämmte Bongsieler Kanal in der alten Marsch mit seinen beiden Brücken bei Waygaard und Munksbrück endet heute bei Bongsiel blind. Man sieht aber noch seine Fortsetzung außerhalb des alten Seedeiches von der abgetragenen Sielstelle an als toten Wasserarm im Südzipfel des Kooges, der mit dem ausgebaggerten Hauptgraben des Speicherbeckens in Verbindung steht. Ferner sind der neue Kanal mit den Speicherbeckenteilen, das Schlüttsiel und der Außenpriel zum Schlütt klar zu erkennen. Die auf dem Bild sichtbare Schlickfläche des Speicherbeckens liegt 1962 noch nackt da als Ansiedlungsfläche für die standortgemäße Vegetation. Jetzt, fünf Jahre später, würden hier schon Schilf- (*Phragmites*) und Strandbinsenhorste (*Scirpus maritimus*) auf dem Luftbild erkennbar sein; denn die Vegetationsentwicklung geht schnell voran. Heute wird im Sommerhalbjahr das Speicherbecken gewöhnlich bis zu einem gewissen Wasserstand mit Süßwasser überstaut, so daß jetzt um diese Jahreszeit meist nur ein Teil der Schlickfläche zu sehen wäre.

Vor dem neuen Seedeich erkennt man (siehe Pfeile mit „B“) noch einige Baggerlöcher, Sandentnahmestellen, die in den vier bzw. drei Jahren seit 1958/59 schon mehr oder weniger zugeschlickt sind.

So bietet dieses Luftbild, teils auf den ersten Blick, teils bei näherer Betrachtung, ein wirklichkeitsgetreues, nicht schematisiertes Abbild einer jahrhundertelangen Entwicklung dieser Landschaft.

#### b) Verlandungsgebiet bei der Hamburger Hallig und Wattstrom „Strand“ (Abb. 3a, b)

Im Gebiet der Hamburger Hallig liegen ein Gebiet mit starker Anlandung und eine Zone erheblicher Eintiefung auf die geringe Entfernung von wenigen 100 m nebeneinander. Von der Nordostecke des Bildes ausgehend, sieht man auf dem Luftbild zunächst vor dem Dorfe Bordelum die alte Bordelumer Marsch mit den kleinsten, schmalsten Landparzellen, vielfach Grünland; davor als etwa ein Kilometer breiten Streifen den Reußenkoog mit etwas größeren Ackerflächen; davor bis zum Seedeich das neue Landwirtschaftsgebiet des *Sönke-Nissen-Kooges*. Dieses wird überwiegend ackerbaulich genutzt (helle Tönung); nur an den entlang der Straße liegenden Höfen sind dunkle Grünlandflächen zu sehen. Vor dem in flacher S-Kurve verlaufenden Seedeich liegt das dreieckige Verlandungsgebiet beiderseits des flachen Erddammes zur Hamburger Hallig hin, welche als kleineres Dreieck diesem Bezirk aufsitzt. Die Fortschritte der Verlandung von 1935 bis 1958 bemerkt man besonders daran, wie scharf 1958 die beiden Entwässerungspriele markiert sind, welche nördlich und südlich des Dammanfanges in das Watt hinausziehen. Die geschlossene Salzgraswiese ist an der helleren Farbe erkennbar, 1935 nördlich des Dammes mit „gesägtem“, stufigem Rand (infolge der An-



lehnung an die Landgewinnungswerke), südlich des Dammes in etwas breiterer, ebenfalls keilförmiger Zone, beide Male mit feiner weißlicher Kante (Abbruchkante). An der nördlich des Dammes geringeren, südlich desselben größeren Breite des Vorlandes drückt sich die Schutzwirkung des Dammes vor den am stärksten aggressiven Nordwestwinden aus. 1958 ist die alte Vorlandkante wenigstens auf der Südseite des Dammes immer noch erkennbar, nun mit neuem Grünland davor. Die Länge der Vorlandstreifen zwischen je zwei Gruppen ist 1958 besonders deutlich zu erkennen an dem einen, nach Südosten gerichteten, beträchtlich dunkleren Graslandstreifen. Es ist ein eingezäuntes Stück Mähland mit hohem, geschlossenem (daher dunklem) Halligrasen, während das übrige kurzgrasiges Weideland für Schafe ist, wahrscheinlich deshalb etwas heller, weil hier der dunkle Schatten fehlt, der zwischen den aufragenden Halmen des Graslandes herrscht.

Westlich der Hamburger Hallig sieht man in beiden Luftbildern den Wattstrom „Strand“, welcher *Norderhever* und *Süderaue* (an Appelland-Gröde vorbeigehend) verbindet. 1935 hat er ziemlich verwaschene Ränder, 1958 dagegen eine sehr scharf abgesetzte, also steilere Böschung. Es ist auch im Luftbild erkennbar, was KNOP (1963) darüber sagt: „Die Verbindungsrinne am Strand hat sich sowohl beträchtlich vertieft als auch verbreitert, besonders an der Innenkante der Krümmung zur Pellwormer Plate hin, wo das Wasser offenbar den kürzesten Weg zwischen Norderhever und Süderaue sucht. Am Strand wird infolge der Verbindung der beiden großen Wattströme der Wattsockel von Pellworm mit jeder Tide fortschreitend vom Festland „abgesägt“.

#### c) Verlandungsgebiet am Nordstrander Damm (Abb. 4–6)

Dieser Verlandungsbereich ist einer der am häufigsten besuchten; er soll deshalb auch hier vorgestellt werden. Im Luftbild (Abb. 4) ist gerade das Gebiet beiderseits des Dammes vom Festland nach der Insel Nordstrand wenig kontrastreich und daher schlecht zu lesen (ähnlich ist das auch bei anderen Verlandungsgebieten). Im Südwestviertel des Bildausschnittes liegt die Marschinsel Nordstrand mit ihren teilweise sichtbaren östlichen Kögen: Elisabeth-Sophien-Koog, Morsumkoog, Pohnshalligkoog, deren Deiche als dunkle (durch Graswuchs bedingte Tönung) Linien von Westen nach Osten durch das Land und darumherum ziehen. Diese drei Nordstrander Köge stammen aus verschiedenen Zeiten. Der Elisabeth-Sophien-Koog wurde 1771 wiederbedeicht, der Morsumkoog 1866, der Pohnshalligkoog 1920/24. Alle (bis auf den Ostteil des Pohnshalligkooges) haben als Unterlage Marschboden aus der Zeit vor der Sturmflut von 1634. Diese historischen Unterschiede sind auf dem Luftbild nicht erkennbar. Alle drei Köge zeigen durch die Aufteilung in rechteckige oder doch geradlinig begrenzte, vorwiegend dem Ackerbau dienende Landwirtschaftsflächen (fast nur hell erscheinende Acker-, wenig dunkle Grünlandflächen) im Luftbild eine recht gleichartige Bewirtschaftung. Im Pohnshalligkoog, nahe dem Bildrand zwischen Gitterzahl 95 und 96 ist wenigstens ein lang geschlängelter alter Priel aus der Zeit vor der Eindeichung als natürlich gebildetes Landschaftselement zu erkennen. Diagonal gegenüber liegt im Nordostquadranten ein Abschnitt des Festlandes. Dieser zeigt im Luftbild den ganz anderen Charakter dieses Gebietes. Am rechten Bildrand von Gitterzahl 43 bis 45 liegt Geestgelände mit Gehöften an seinem Westrand. Die Straße, die zwischen Zahl 42 und 43 von Husum her ins Bild führt und sich in S-förmiger Biegung nach dem Nordstrander Damm hinzieht, verläuft nahe dieser Geestgrenze. Die Wiesen westlich von ihr gehören bis zum Strand auch noch zur Geest. Doch ist das im Luftbild nicht deutlich sichtbar. Nordwestlich von dieser Geest breitet sich die Hattstedter Marsch aus (das Dorf Hattstedt liegt östlich außerhalb des Bildes). Es handelt sich um mehr oder weniger tief liegende alte Marsch, die vor 1500 ein-



gedeicht wurde. Nur das abgebildete nordwestlichste Marschstück dieses Komplexes, dort wo der Deich vorspringt, ist eine neuere Eindeichung, nämlich der 1903 bis 1905 bedeckte Cecilienkoog. Die alte Marsch besteht besonders im Gebiet hinter dem Seedeich größtenteils aus Grünland, wie der dunkle Ton im Bilde zeigt. Die Wege sind – im Vergleich zu Nordstrand – gewunden und winkelig, so z. B. der als weißliche Linie von der Siedlung Wobbenbüll nach Nordwesten verlaufende. Nordöstlich dieses Weges sind die Parzellen größer, es sind mehr Ackerflächen als hinter dem Hattstedter Seedeich vorhanden.

Diese Marsch gehört zu einer etwa 7 Kilometer tiefen Marschbucht. Ihre beiden Hauptentwässerungen sind als schwarze Linien im Bild zu erkennen: Da ist einerseits der *Jelstrom*, zwischen der S-förmigen Straße und der oberen Bildecke in das Bild tretend und durch ein Deichsiel am Deich mit einem kleinen Speicherbecken endend. Ein Deichdurchlaß und im Watt ein fadenförmiger Priel zeigen den weiteren Weg des Wassers. Daß die Entwässerung mit Hilfe eines Schöpfwerks geschieht, ist hier nicht erkennbar. Die *Arlau*, das größere der beiden Marschgewässer, ist dort, wo der Deich nach Nordwesten hin an den oberen Bildrand stößt, mit ihrem Ende (kaum als Mündung zu bezeichnen) sichtbar. Dieses wird verdeutlicht durch den anschließenden Wattprriel. Die letzte Strecke der kanalisierten Arlau geht parallel zum Seedeich. Auch hier ist das Schöpfwerk, welches neben der Sielentwässerung bei schlechten Abflußverhältnissen die Wassermengen befördert, auf dem Luftbild kaum zu erkennen. Der Priel, der die Vorflut zum Wattstrom „*Holmer Fäbre*“ bildet, wird wegen seiner Wichtigkeit für den Abfluß gelegentlich geräumt; daher der geradlinige Verlauf. Zwischen den beiden Gewässermündungen sieht man als gebogene dunkle Linie einen Verbindungsgraben. Er dient zur Entlastung des Jelstrom-Schöpfwerkes im Notfall.

Festland und Insel sind durch den Straßendamm verbunden. Bis 1906 zeigte die Seekarte in diesem Wattgebiet einen, wenn auch flachen und unscharfen, durch Priggen für kleinen Schiffsverkehr brauchbar gemachten Priel, der die beiden Wattströme bei Nordstrand, *Holmer Fäbre* im Norden und *Süderhever* im Süden, verband. Er zog am damaligen Vorlandrand (jetzt Seedeich des Pohnshalligkooges) entlang. Ein kleinerer, ihm paralleler Priel lag etwas weiter östlich. 1906/07 (MÜLLER/FISCHER 1936) wurde ein erster Landgewinnungsdamm an dieser Stelle gebaut, dessen Krone 0,50 m über MThw lag. Da höhere Fluten über ihn hinweggingen, hatte er wenig Auflandungswirkung.

Der auf dem Luftbild kräftig hervortretende sturmflutfreie Straßendamm ist 1933–1935 gebaut worden. Die 800 m lange, 200 m breite Sandgrube, aus der das Material für den Deichkern genommen wurde, ist mit ihrem Westteil im Geestgebiet am rechten Bildrand im Bild vorhanden, aber im Schwarzweißphoto nicht mehr als Sandgrube erkennbar; denn eine Anzahl von Häusern und ein Weg sind darin erbaut worden.

Von den ehemaligen, oben erwähnten Prielen ist der Hauptprriel entlang dem Ostdeich des Pohnshalligkooges völlig verschwunden, dagegen der weiter östlich vorhanden gewesene als System beiderseits des Dammes noch erhalten. Im Schutz des Pohnshalligkooges hat sich neues Vorland gebildet, welches sich einigermaßen deutlich durch seine Dunkelfärbung heraushebt. Von Anedelgras (*Puccinellia maritima*) sowie Schlickgras (*Spartina*) und Queller (*Salicornia*-) Bewuchs ist beiderseits des Dammes im Luftbild weniger Bodendeckung zu vermuten, als in Wirklichkeit vorhanden ist. Immerhin erkennt man auf dem entzerrten Bildplan schon mit bloßem Auge, noch besser trotz Unschärfe mit der Lupe, an den Gruppen zwischen den Lahnungstreifen das zur Begrünung mindestens der Höhenlage nach neigende Gebiet. Es ist nicht nur an der Ostseite der Insel, sondern auch vor dem Festland beiderseits schon weiter vorangewachsen als im mittleren Bereich des Dammes. Nördlich der westlichen Dammhälfte ist noch ein fast buchtartiges, nacktes, nach dem Deich zu nur durch „grieselige“ Punktierung (*Spartina*-



Horste) markiertes Areal zu bemerken. Auch hier nimmt, wie fast überall, das *Spartinagras* die dominierende Rolle ein.

Phototechnisch ist die hier verwendete Bildvorlage nicht sehr gut. Die bei der Entzerrung nebeneinandergeklebten Teilstücke (nördlich des Pohnshalligkooges) sind, obwohl sie hier an einem und demselben Tage (4. 9. 1958) aufgenommen wurden, z. T. sehr kontrastreich gegeneinander abgesetzt. Doch mag ein solcher wenig gelungener Bildplan hier mitgebracht werden, um auch daran die Interpretationsmöglichkeiten zu zeigen.

Zur Verdeutlichung des soeben über das Verlandungsgebiet Gesagten werden noch zwei Abbildungen von Schrägaufnahmen aus geringerer Höhe (ca. 200 m) gebracht. Abbildung 5 zeigt einen Ausschnitt aus dem Gebiet des Dammes mehr nach der Insel zu. Links oben liegt das dammnächste, höchste Schlickwatt mit schon relativ glatten Andel-Queller-Äckern. Sie gehen nach unten (rechts unten im Bild) in mehr oder weniger einheitliche *Spartina*-Bestände über, deren einzelne Pioniere nahe der rechten unteren Bildecke zu sehen sind. An der Breite der Wattäcker (10 m) kann man die Größe der runden Pflanzenhorste abmessen.

Ähnlich ist die Zonierung der Pflanzen auf Abbildung 6, welche das Gebiet vor dem Pohnshalligkoog sowie den Blick über diesen und die südliche Hälfte von Nordstrand wiedergibt. Die Gruppen reichen bis zum Deichfuß. Vor dem Deich liegt eine noch ziemlich scharf abgesetzte, hellere, glatte Andelzone, davor (nach dem unteren Bildrande hin) wieder reines *Spartinagebiet*. Die Gruppen sind im Andelgebiet schmal, vor dessen Rand aber (der dadurch noch betont wird) doppelt so breit. Links unten im Bild sieht man wieder Einzelhorste von *Spartina* als Pioniere.

#### d) Verlandungsgebiet am Wöhrdener Hafen (Abb. 7a, b)

In der Nordostecke der *Meldorfer Bucht* tritt der künstliche Wasserlauf aus dem Marschgebiet durch den Deich heraus, der die Ländereien westlich und südwestlich der Stadt Heide entwässert. Er zieht als *Wöhrdener Hafenpriel* von da ab heute ca. 2,5 km ziemlich geradlinig nach Westen, eingengt zwischen den Landgewinnungswerken. Erst weiterhin biegt er plötzlich nach Süden in das freie Watt ab. Dieser heutige Verlauf ist, wie man schon nach der Linienführung und der Prielgestalt im Luftbild vermuten kann, nicht natürlich. Er entstand (nach Auskunft des Marschenbauamtes Heide) durch Ausbaggern um 1950, seine frühere, weitgehend natürliche Form sieht man im Luftbild von 1935 (Abb. 7a). Schon im Deichwinkel zog er damals hin und her, und auch weiter ins Watt hinaus verlief er in verschiedenartigen Windungen. Von Norden und Süden her wurden Lahnungen bis in seine Nähe gebaut. Diese Windungen sind z. T. noch im Bild von 1960 erkennbar auf den ersten 500 m an dem buchtigen Verlauf der Grünlandkante an beiden Ufern. Weiterhin hat sich eine alte Schlängelstrecke noch südlich vom jetzigen Hafenpriel erhalten. Sie ist durch Grüppel- und Lahnungsbauten nun ziemlich festgelegt. Ein Baggerloch von 300 m Länge auf dem Vorland stammt aus der Zeit der Deichverstärkung in den 50er Jahren.

#### e) Verlandungsgebiet bei Hallig Helmsand (Abb. 8, 9)

Helmsand ist, nachdem Trischen bedeckt wurde und dann unterging, die zur Zeit einzige Hallig im Dithmarscher Wattenmeer. Auch sie ist nur ein Reststück. Sie ähnelt in ihrer Gestalt, der Lage vor dem Festlande und der Verbindung mit dem Festland der Hamburger Hallig im nordfriesischen Raum (s. Abb. 3). Während diese aber schon im vorigen Jahrhundert durch einen bis über MThw aufragenden Erddamm Festlandsverbindung bekam, wurde nach Helm-



sand erst 1936 ein hochwasserfreier Damm gebaut (PFEIFFER 1938). Dieser Damm hat eine Basaltdecke, seine Oberkante liegt 1,20 m über MThw, mittlere Sturmfluten gehen also über ihn hinweg. Er ist auf Abbildung 8 als schnurgerade, vom rechten Bildrande nach Südwesten führende Linie zu erkennen. Beiderseits sind Landgewinnungswerke angelehnt. Deren Gruppen sind deutlicher zu erkennen als auf manchen sonstigen Luftbildern. Sie sind nämlich breiter und tiefer als in vielen anderen Verlandungsgebieten. Das kommt daher, daß sie in einem einheitlichen Spartina-Gebiet liegen, in welchem Gruppen üblichen Ausmaßes zu schnell von dieser Pflanze wieder bewachsen werden; sie erfüllen dann ihren Zweck nicht mehr. Man sieht auch, daß 1960 im Westabschnitt des Dammes, im letzten km vor der Hallig, nördlich des Dammes noch fast kahles Watt liegt, südlich davon aber schon in größerem Umfange die dunkle Grünlandzone vorhanden ist; sie besteht, was im Luftbild nicht unterscheidbar ist, in Dammnähe teilweise aus Andelwiese, weiter draußen nur aus Spartina. Diese ungleichmäßige Verteilung der Vegetation beiderseits des Dammes liegt daran, daß er nur das südlich von ihm gelegene Gebiet vor den am stärksten angreifenden Nordwest-Winden schützt. 700 m östlich der Hallig sieht man am Damm einen viereckigen Schutzhügel als Zufluchtsort für die Schafe und für Landgewinnungsarbeiter. Für diese sind auch am Damm entlang mehrere Schutzhütten auf Pfählen errichtet.

Der alte Halligkörper selbst hebt sich wegen der gelblichen, hauptsächlich aus Strandquecke (*Agropyrum littorale*) und Rotem Schwingel (*Festuca rubra littoralis*) bestehenden Grasvegetation hell (beide Arten bilden reichlich gelbe Ähren bzw. Rispen) aus der Umgebung heraus. Er ist auf der Südseite bogenförmig bis unmittelbar an den Damm abgenagt. Dies ist eine Folge von Muschelschalen-Aufschüttungen gewesen, welche durch das Meer von Süden her gerade hier in beträchtlichen Massen abgelagert wurden und den Halligrasen erstickten (Abb. 9). Der dann nackt daliegende Halligrand wurde leicht von den Wellen zerstört. Erst in den 50er Jahren konnte mit einem neuen, engen Lahnungsnetz diese Muschelanlagerung gestoppt werden. So entwickelt sich vor der Südkante der kleinen Hallig ein neuer Andelrasen, die dunkel gefärbte Zone. Östlich von dieser Stelle erkennt man im 1:10 000-Maßstab in den ungegrüpften Lahnungsfeldern deutlich die einzeln oder gehäuft stehenden Spartina-Horste als dunkle Flecken.

Die Westkante der Hallig ist geradkantig, weil sie durch ein Steindeckwerk geschützt ist. Von ihr ragen wie starrende Speere starke Steinbuhnen in das Watt. Der Priel westlich der Hallig muß sich daher vor ihrem Ende vorbeizwängen. Er bildet vor jedem Buhnenende einen Kolk. Dieser Priel hat sich erst nach dem Buhnenbau an dieser Stelle gebildet.

### 3. Nordfriesische Halligen

#### a) Hallig Langeneß (Abb. 10a, b)

Von der Hallig Langeneß werden zwei Bildausschnitte gegeben. Derjenige von 1958 (Abb. 10a) zeigt die Osthälfte der Hallig nach der Durchführung der Fluraufteilung und dem Bau der Betonstraße mit ihren Abzweigungen zu den Warfen. Die Ufersicherung ist als helle Kante sichtbar neben dem Sommerdeich. Neben diesen älteren und neuesten Bauwerken ist das Gewimmel der zahlreichen natürlichen Halligpriele und Schlenken erhalten. Das Bild der Hallig wirkt durch dieses Nebeneinander sehr uneinheitlich, unorganisch.

Den Bildausschnitt vom 27. 8. 1936 (Abb. 10b) wird man nach den klaren Linien des Halligumrisses und der Priele leicht in den anderen einordnen können. An Bildschärfe, mit der Lupe betrachtet, sind beide Aufnahmen etwa gleichartig. Manche der kleinen Schlenken, die auf dem Bild von 1936 z. B. nahe dem Südrande der Hallig als dünne wurmartige Schnörkel



zu sehen sind, sind da besser auffindbar, weil sie offenbar nackt, unbewachsen waren und das Wasser in ihnen vertrocknet war, so daß sie sich hell hervorheben. 1958 sind sie zum Teil verschwunden, zum Teil mit Gras bewachsen und heben sich deshalb nicht als helle Linien heraus.

1936 sieht man übrigens auf dem Luftbild in der Südwestecke auf dem dunklen Watt streifige hellere Tönung. Das sind die Torfabbaue aus dem Mittelalter (vgl. Karte bei BANTEMANN 1936).

Das älteste Langeneßer Luftbild, 1926 entstanden, ist als Druckvorlage ungeeignet; deshalb soll es nur in Worten vergleichend dargestellt werden. Die kleinen Schlenken im Grasland der Hallig sind auf dem Bild von 1958 im Vergleich zu 1926 erheblich reduziert. Die großen Priele aber sind allesamt 1926 in derselben Ausbildung vorhanden wie auf den beiden späteren Aufnahmen. Der Uferschutz, der auf dem Bilde von 1936 schon vorhanden ist, fehlt 1926 im Ostteil der Hallig noch. Der Damm nach Oland, 1897–1899 gebaut, ist nur in Bruchstücken erhalten. Auf dem Luftbild von 1936 ist er wieder vorhanden. Die Verlandung beiderseits seines Anschlusses an die Hallig ist in den 30 Jahren merklich fortgeschritten. Östlich vom Damm sieht man auf dem Bild von 1958, heller getönt, noch deutlich das dreieckige höhere Grasland, welches schon 1926 vorhanden war. Seine helle Farbe ist offenbar bedingt durch Rotschwingelvegetation (*Festuca rubra*). Scharf stufig abgesetzt schließt sich nach Osten hin dunkleres, gegrüpptes Grasland an, vorwiegend noch Andelbereich. Es zieht sich nach Nordosten hin am Damm entlang; die Gruppenbezirke gehen noch weiter als der begrünte Anwachs. Auch westlich vom Dammanschluß ist das Grünland etwas größer geworden.

#### b) Hallig Gröde (Abb. 11, 12)

In Abbildung 11b wird von dieser Hallig ein Ausschnitt im Maßstab 1 : 10 100 gebracht, der den Ostabschnitt mit einer Reihe von für Halligen charakteristischen Erscheinungen zeigt. Er ist aus einer Vergrößerung des Originalfliegerfilms genommen, welcher am 27. 7. 1968 aufgenommen wurde.

Auf der Westhälfte des Bildes liegt das Halligland. Die Umrisse haben sich gegenüber der topographischen Karte 1 : 25 000, Ausgabe 1942, kaum geändert. Es ist zu keiner Anlandung auf der Ostseite gekommen, wie sie bei Langeneß und Oland infolge Vorhandenseins eines schützenden Dammes stattgefunden hat.

Das Halligland wird durch den Südwest-Nordost verlaufenden Priel in zwei Teile geteilt: südlich des Priels die eigentliche Hallig *Gröde*, nördlich desselben die früher von ihr getrennt gewesene Hallig *Appelland*. Beide Halligen wurden zur Jahrhundertwende im Zuge der Halligsicherung an der Westseite durch einen auf Hallighöhe liegenden Damm verbunden (MÜLLER 1917). Die Hauptentwässerung geschah danach durch den breiten Priel nach Osten hin. Das Watt zwischen den beiden Teilhalligen verlandete zuerst im Westen, im Schutz der Ufersicherung und Dammverbindung. Ein Brückensteg führte über den Priel; an dessen Stelle ist 1930 eine Abdämmung geschüttet worden. Seitdem entwässert nur noch der Ostteil nach Osten hin, der Westteil dagegen durch einen Durchlaß (ebenfalls 1930 gebaut) durch den alten Steindamm nach Westen hin.

Auf dem Luftbild erkennt man folgende Einzelheiten („Gröde“ und „Appelland“ im folgenden als Ortsteile unterschieden). Auf Gröde ist in der unteren Bildmitte das nach Nordosten zeigende Ende der Ufersicherung als gradliniger, heller Damm zu sehen. Das Halligland, das er schützt, ist in der Südwestecke des Bildes Weideland – eine gleichmäßig graue Fläche mit wurmförmigen, etwas helleren kleinen Prielen und Schlenken. Abbildung 12 zeigt dieses Gelände in Erdsicht. Nach Nordosten hin zwischen Halligland und Mittelpriel breitet sich eine in parallele



Streifen zerlegte Fläche aus (das Gelände ist nicht mehr in Gemeinschaftsnutzung wie früher, sondern Einzeleigentum geworden), das *Mähland*. Es ist umgeben von einem niedrigen Sommerdeich (älteren Datums, 1952 verbessert). Auch dieses Mähland ist durchsetzt mit einem dichten Netz von kleinen Halligprielen, größtenteils 1 bis 2 m breit. Diese Kleingewässer sind sehr deutlich erkennbar auf den hellen Parzellen, weniger deutlich auf den dunklen. Auf den dunklen sind zahlreiche weiße Tupfen sichtbar, die Heuhaufen. Sie fehlen gänzlich auf den helleren Parzellen. Auf diesen liegt offenbar das Heu noch ausgebreitet zum Trocknen; es ist schon gebleicht. Daß diese Flächen ebenfalls gemäht sind, kann man bei Lupenbetrachtung erkennen (im Druck nicht wiederzugeben). Die Halligleute können nur da, wo die Schlenken nicht so eng beieinander liegen oder wo sie flach sind und in trockenen Sommern durchquert werden können, mit einer treckergezogenen Mähmaschine arbeiten. Meist nehmen sie (nach Angabe von Herrn Bürgermeister Schwennessen/Gröde) motorisierte Handmähmaschinen. Man sieht nun auf den einzelnen Grasflächen zwischen den kleinen Schlenken die deren Verlauf angepaßten parallelen Spuren des Grasmähers. Ebenso und in derselben Breite sind sie auf dem dunklen Streifen mit den Heuhaufen vorhanden. Dagegen fehlen sie erklärlicherweise völlig auf den Weideländereien in der Umgebung der Warf. Auf den hellsten Flächen ist anscheinend am saubersten an die Schlenken herangemäht worden; diese haben daher ganz scharfe Konturen. Nicht so gut gemäht wurde auf dem östlicheren hellen Mähland von Gröde; hier wirken manche Schlenken etwas verschwommen. Vielleicht ist dort das Gelände auch etwas unebener. – Das eben für das Mähland von Gröde Gesagte gilt in ganz ähnlicher Weise für Appelland.

Der Priel hat östlich der Durchdämmung (welche übrigens einen kleinen offenen Durchlaß behalten hat) noch ganz seinen alten, auf dem Meßtischblatt schon verzeichneten Querschnitt – ebenso, wie die kleinen Rinnen und Schlenken des Graslandes seit langem ihre individuelle Gestalt behalten haben. Sein Querschnitt wird neuerdings etwas verengt durch die Ausbreitung des *Spartina*-Grases. Dessen Prielrand-Bestand rückt mit der Reihe der runden Randhorste deutlich erkennbar gegen die Prielmittle vor. So ist der *Spartina*-Streifen in Höhe des Ostendes des Mählandes in den 10 Jahren von 1958 (wovon das Luftbild der großen Befliegung vorliegt) bis 1968 nach Ausmessung des Luftbildes um 9 bis 10 m breiter geworden. Im Schlick des Priels sieht man isolierte dunkle Punkte, die einzelnen *Spartina*-Horste. Von ihnen waren 1958 nur erst die beiden größten (165 bzw. 60 m vom Damm entfernt) vorhanden. Damals war auch die Fläche des Prieldes am Damm noch frei davon; heute ist sie bedeckt mit einander schon berührenden Einzelhorsten.

Das Watt östlich der Hallig, soweit es auf dem vorliegenden Bild zu sehen ist, hat bis an das Wasser des Wattstromes der Süderau heran (Südostecke des Bildes) Kleigrund von untergegangenem Halligland. Die Einzelheiten beiderseits des Prielausganges sind ohne Ortskenntnis nicht zu identifizieren. Doch kann auf Grund der Begehung gesagt werden, daß die hellen Stellen Sand mit Schill sind. Das Watt taucht hier sehr allmählich in die Süderau ein. Diese bildet zwischen Gröde und Hallig Habel eine undeutliche Bucht.

Im Schlickwatt des Prieles westlich des Dammes erkennt man auf dem Luftbild noch keine *Spartina*- oder sonstigen Pflanzenbestände. Doch ist *Spartina* in qm-großen Horsten schon am Prielrand entlang vorhanden. Die eigentliche wasserführende Rinne beginnt ganz schmal, ein Zeichen, daß durch den westlichen Prielabschnitt weniger erodierendes Wasser ein- und ausläuft als durch den östlichen, vielmehr eine Aufschlickung erfolgt ist. Das ehemalige Wattland zwischen Gröde und Appelland westlich des Dammes ist, wie man nach dem Luftbild vermuten, aber nicht sicher sagen kann, noch heute mit einer deutlichen schrägen Stufe vom alten Halligland beiderseits abgesetzt. Es ist gegrupptes Grasland, vorwiegend noch Andelbestand (*Puccinellia maritima*), welcher größtenteils noch nicht zu einer glatten Rasendecke zusammengewachsen ist. In der Natur ist es unebener, als man nach dem Luftbild vermuten kann. Auch Queller



ist in der Vegetation noch beteiligt. Durch die Gruppen hebt es sich deutlich als künstlich gestaltetes Gebiet ab.

Auf dem Luftbild von 1935 (Abb. 11a) scheint der westliche Prielabschnitt noch einen größeren Querschnitt zu haben; er ist bei Niedrigwasser mit schwarzgetöntem Wasser gefüllt. Die kleinen Schlenken im Grasland sind in allen Einzelheiten schon so vorhanden wie heute. An der Ostseite der Hallig hat beiderseits des Priels ein merklicher Abbruch stattgefunden. Hier gibt es – auch heute noch – eine typische Abbruchkante. Sie hat sich im Lauf der 30 Jahre um durchschnittlich etwa 30 bis 50 m zurückverlegt.

### c) Hallig Norderoog (Abb. 13a, b)

Diese kleine Hallig (zur Zeit knapp 9 ha groß) ist nach der Sturmflut von 1825 als ständiger Wohnplatz verlassen worden. Sie ist seit 1909 Eigentum des Vereins „Jordsand zum Schutze der Seevögel“ und dadurch ausschließlich Vogelschutzgebiet. Die Hallig ist bis heute ständig im Abbruch, da sie nicht wie die anderen um die Jahrhundertwende mit einer Stein-sicherung umgeben wurde. Im Laufe der Zeit ist mancherlei über sie veröffentlicht worden, z. B. von SCHULZ (1957) und KNOP (1963). Hier soll an den beiden Luftbildern von 1927 (Abb. 13a) und 1958 (Abb. 13b) einiges gezeigt werden, was aus den entsprechenden topographischen Karten nicht zu ersehen ist. Das Luftbild von 1927 ist aus Teilstücken zusammengesetzt, entzerrt und als Bildplan in das Gitternetz eingeordnet. Höhenzahlen und Lage des T.P. sind später, vermutlich vom Marschenbauamt, eingetragen worden. Die Veränderung der Umrisse, die Verkleinerung der Fläche ist z. B. ersichtlich bei KNOP (1963). Im Luftbild bemerkt man zusätzlich, daß die als Umrisslinie genommene „grüne Kante“ nicht überall eine geschlossene Linie ist, und daß man daher über den Verlauf der Uferlinie an diesen Stellen verschiedener Meinung sein kann. Der Vergleich der beiden Luftbilder zeigt, daß die zahlreichen kleinen Tümpel und Schlenken im Innern der Hallig (die auf der topographischen Karte nicht eingetragen sind) ebenso wie die beiden Hauptpriele über die 30 Jahre hinweg ihre Form trotz zahlreicher Überflutungen der Hallig bis in alle Einzelheiten erhalten haben. Der Hauptpriel hatte an seinem westlichen Ende, welches rechtwinklig nach Norden abgelenkt war, 1927 noch einen Abstand von 75 m von der damaligen Westspitze der Hallig im Grünland. Es ist durch die Abrasion in den späteren Jahren soweit verkürzt worden, daß dieser Endhaken 1958 etwa 60 m außerhalb des Grünlandes liegt. Er ist auf dem Luftbild in abradertem Halligklei noch schwach erkennbar. Das obere Prielende, durch welches die Fluten erodierend und abradierend in die Hallig eindringen wollen, ist all-jährlich von den Vogelwärtern mit Klei wieder zugeschüttet worden. Deshalb ist auf dem Luftbild kein Ausgang des Priels nach Westen hin vorhanden. Schon auf dem Bild von 1927 sind solche Uferschutzarbeiten zu sehen, und zwar in den Gruppen von rechteckigen Streifen um die Westspitze herum. Hier hatte der Vogelwart Jens Wandt anscheinend den Boden abgegraben.

Die Luftbilder, besonders das von 1958, lassen auch einige Hauptzüge der Vegetation erkennen. Die dunkleren Flächen auf der Hallig sind die Bestände der „normalen“ Halligvegetation – besonders Andel (*Puccinellia maritima*) und Roter Schwingel (*Festuca rubra littoralis*) sind beteiligt –, die flächenmäßig überwiegenden hellen Flächen sind die Bestände der Strandquecke (*Agropyrum littorale*). Sie bestimmen das Aussehen dieser Hallig (KÖNIG 1957). Auf dem Bild von 1927 sieht man im Grasland einige geradlinig begrenzte besonders helle Flächen. Diese zeigen offenbar an, daß das Gras damals noch von einem Hooger Einwohner gemäht wurde. Diese Bilderscheinung spricht auch dafür, daß die Luftbildaufnahme, welche zu dem entzerrten Bildplan verwendet wurde, im Hochsommer 1927 gemacht wurde, also zur Zeit der Heuernte auf den Halligen. Nach dieser Aufnahme wurde später der Luftbildplan mit Gitternetz „angefertigt im Februar 1928“.



Die beiden östlichen Prielanfänge sind 1927 als scharf umrissene, wannenförmige, wasser-erfüllte Senken vorhanden, während sie 1958 verwaschener im Watt enden. Auf beiden Luftbildern sieht man südlich der Hallig ungefähr ostwestlich verlaufende parallele bänderartige, dunkle Strukturen. Das sind die mehr oder weniger eingeebneten Abrasionsstufen des geschichteten Halliglandes. Der T.P. Norderoog liegt auf dem Bild von 1927 wie das Wärterhaus etwas vor der „grünen Kante“. Damals war auch an der Nordostkante der Hallig merklicher Abbruch. Dieser wurde später durch die vermehrt errichteten Lahnungen zum Stillstand gebracht. Heute steht das alte Wärterhaus (neben dem neuen) wieder innerhalb von Grünland, einige Meter von der Lahnung an der Uferkante.

#### d) Hallig Südfall (Abb. 14–16)

Der Wattweg von der Westseite der Insel Nordstrand nach der Hallig Südfall ist einer der festesten und gleichmäßigsten, welche es im nordfriesischen Watt zwischen Inseln gibt. Nur unmittelbar vor dem Nordstrander Deich befindet sich eine weiche Schlickzone (KÖNIG 1956). Dann liegen noch etwa 1,5 km und 3,5 km vom Deich entfernt weichere, etwas feinkörnigere Sedimente; das sind die oberen Einzugsgebiete kleiner Priele, welche auch im Luftbild hervortreten. Doch auch im übrigen besteht das Watt aus festgelagertem Sand. Das ist aus den beiden Luftbildern von 1936 und 1958 keineswegs herauszulesen. Die reichhaltige Hell-Dunkel-Tönung täuscht größere Unterschiede vor. Diese liegen aber nicht im Bewuchs oder in der Sedimentart, sondern hauptsächlich in den Feuchtigkeitsunterschieden. Feuchte Stellen lassen den Sand dunkler erscheinen.

Östlich der Hallig und auf deren Nordrand liegen starke, im Luftbild sehr hell erscheinende Ansammlungen von Muschelschalen, welche gerade für diese Hallig besonders charakteristisch sind (KÖNIG 1956). Das Watt ist auf beiden Luftbildern recht ähnlich – so wie es auch in der Natur sich sehr gleich geblieben ist (im Gegensatz zu manchen anderen Wattgebieten, z. B. dem Watt bei Norderoog, s. Abschn. 4. b). Der „Wattweg“ ist 1936 als gerade Linie von Nordstrand nach der Ostspitze von Südfall deutlich zu erkennen, 1958 dagegen gar nicht bemerkbar. Das mag liegen an der früher mehr oder weniger genauen Innehaltung eines Weges und daran, daß 1936 der Pferdewagen, 1958 dagegen der Jeep auf diesem Weg benutzt wird.

Westlich der Hallig wird der Wattzipfel zwischen der Hever und der Norderhever durchschnitten durch das „Dwarsloch“, welches den kleineren Wattschiffen zur Abkürzung des Weges bei Hochwasser als Fahrrinne dient. Die Form dieses Lochs hat sich im Lauf der Jahrzehnte stark verändert, wobei sich der Fahrriel über das Watt nach der Norderhever hin parallel nach Nordosten verlagerte. Die buchtartige Tiefe des Lochs zwischen „Heversteert“ und „Korbbakensand“ hat 1936 sehr verwaschene Ränder, 1958 dagegen tritt sie viel deutlicher hervor. Man erkennt in der Nordwestecke des Bildes von 1936 am Priel nach der Norderhever hin die gebündelten Scharrspuren der Schiffskiele, die hier bei steigendem oder fallendem Wasser oft Grundberührung haben.

Von der Vernichtungstendenz des Meeres auch an dieser Hallig ist beim Vergleich der beiden Luftbilder mit einem zeitlichen Abstand von 22 Jahren einiges zu sehen. Die Westkante ist durch einen Uferschutz festgelegt. Man bemerkt, daß dieses Deckwerk 1958 anders liegt als 1936, also zwischen beiden Jahren erneuert sein muß. In der Tat ist es besonders in den 40er Jahren vom Meer so zerstört worden, daß es 1954 neu gesetzt und zugleich zurückverlegt werden mußte. Das Wandern des Muschelaufwurfes über die Nordflanke der Hallig ist zu erkennen an der Veränderung seines Südrandes auf der Halligwiese und an dessen Abstand von dem ziemlich festliegenden Priel: 1936 betrug der Abstand von der nördlichen Verbindungs-



linie der Prielbögen bis zur Muschelkante 230, 1958 nur noch 150 m, von der vorspringenden Schillpartie sogar nur 115 m. So geschieht die Halligvernichtung an der Nordseite in stets gleichbleibendem Ablauf: Überlagerungen mit Schill – Absterben des bedeckten Rasens – Abrasion des beim Weiterwandern dann freiliegenden Kleis. Dementsprechend beträgt die Länge der Grünlandkante am Schillrand auf der Hallignordseite 1936 1420 m, 1958 1250 m. Ersichtlich ist auch die Zerstörung der Uferzone im Mündungsgebiet des Hauptpriels. Dagegen ist die 1936 sichtbare große nackte Muschelsandfläche um die Warf herum, die sich bis an die südöstliche Uferkante zog, 1958 bis auf einen kleinen Fleck östlich der Hallig wieder mehr oder weniger bewachsen (etwas fleckige Dunkelzone). – Einzelheiten zu dem eben Gesagten und weitere Veränderungen zeigen die Abbildungen 15 und 16, welche aus geringerem Abstand als die Senkrechtaufnahmen und sieben Jahre später aufgenommen wurden. Der „Schwanz“ aus Muschelschalen, der von der Ostspitze der Hallig in das Watt hinauszieht, ist in diesem Jahr als schmaler Wall aufgeschüttet, der sich nur am östlichen Ende verbreitert (und hier größtenteils aus Sand besteht). Abbildung 16 zeigt, daß der Muschelfleck mitten auf der Hallig östlich der Warf gegenüber 1936 und 1958 bis auf einen Rest verschwunden, durch die darübergewachsene Vegetation verdeckt ist.

Im Luftbild von 1936 (Abb. 14a) ist noch mancherlei erkennbar von den Kulturspuren des alten Rungholtgebietes. 200 m nördlich der Ostspitze der Hallig sieht man Komplexe von je 20 bis 30 parallelen Gräben in Südwest-Nordost-Richtung. Im Watt südlich der Hallig liegen südlich der Warf zwei viereckige Warfreste, ein ebensolcher auch 800 m westlich der Halligwarf. 200 m südlich der Südspitze der Hallig ist ein ostwestlich verlaufender Deichrest mit zwei warfartigen Verbreiterungen zu erkennen. Diese Reste (bis auf die Gräben vor der Ostspitze) sind auch in Karten von BUSCH (1954 und – „nach genauer Vermessung“ – 1962a) und in zwei Luftbildern (BUSCH 1954) zu sehen und dort näher erläutert. Auf dem Luftbild von 1958 ist nichts von alledem mehr vorhanden. Das liegt nicht an der ungeeigneten Aufnahme, sondern daran, daß diese Reste tatsächlich seitdem verschwunden, teils wegerodiert, teils noch wieder zugedeckt sind (BUSCH 1940, 1957, 1962b). – Die Luftbilder aus dem Watt sind also auch für die Untersuchung von Kultur- und Siedlungsspuren brauchbar.

#### 4. Freie Wattflächen

##### a) Watt bei Amrum (Abb. 17)

Auf dem Luftbild tritt der starke Gegensatz zwischen West- und Ostseite des Amrumer Strandgebietes deutlich hervor. Während der hochwasserfreie, reinsandige Kniepsand keinerlei Priele oder Senken enthält, ist das Watt östlich der Insel ziemlich reich gegliedert. Vor dem Geestufer der Insel und vor dem Deich des Norddorfer Kooges befindet sich, an der dunklen Feuchtigkeitsfarbe erkennbar, weiches Schlickwatt. Es ist in Deichnähe fast unbegehrbar. Vor dem Koog ist es zum Schutz des Deiches in Lahnungsfelder gegliedert, welche gegruppt werden. Hier ist infolgedessen eine Begrünung mit Queller (*Salicornia*) und Andel (*Puccinellia*), in den letzten 10 Jahren besonders auch mit Schlickgras (*Spartina*) eingetreten, welche auf dem Luftbild noch nicht deutlich hervortritt. Die kleinen Priele, welche aus diesem Schlickwatt nach Osten zum großen Wattstrom *Amrumtief* ziehen, haben bemerkenswert scharf ausgeprägte Steilränder. Dagegen ist der Priel, der um die Nordspitze der Insel herum über das Watt hinweg die Verbindung mit dem Amrumtief herstellt, weniger scharf eingeschnitten. Jedoch ist er als durchgehende Rinne erkennbar. Es ist aber aus dem Luftbild nicht ersichtlich, daß der häufig benutzte Wattwanderweg über diese Wattwasserscheide zwischen Föhr (Abgang an der Westküste nörd-



lich Utersum) und Amrum (Ankunft an der schmalsten Stelle der fingerartigen Nordspitze) genau an der durch Pfähle markierten Linie innegehalten werden muß. Bei Abweichung schon um hundert bis wenige hundert Meter gerät der Wanderer in diesem Prielsystem in zu tiefes Wasser. Der Schlickcharakter des Watts außerhalb der dunklen Zone vor dem Ufer ist auf dem Luftbild nicht deutlich zu erkennen, auch wenn man die Ergebnisse vorliegender bodenkundlicher und biologischer Wattkartierungen (OSTENDORFF 1943, PLATH 1943) heranzieht. Miesmuschelhorste von 10 bis 50 m Durchmesser sind als winzige, aber scharf abgegrenzte schwarze Fleckchen auf dem Watt und in Prielnähe zerstreut sichtbar. Der größere Teil des Watts im vorliegenden Kartenabschnitt ist, wie die hellere Tönung schon vermuten läßt, Sandwatt.

#### b) Wattgebiet südlich Hallig Hooge (Abb. 18)

Der Wattkomplex südlich von Hallig Hooge bildet fast eine Insel. Im Westen grenzt er an die freie Nordsee, im Süden an den Wattstrom *Rummelloch*, im Norden an den Wattstrom *Süderau*. Nur östlich von Hooge hat er Verbindung nach der weiten Wattfläche der Pellwormer Plate. Er zeigt eine große Fülle von verschiedenen Wattarten und Oberflächenformen.

Zwei Halligen liegen darauf: Hooge und Norderoog. Hooge liegt am Nordrand des Bildes. Die Mitte der Hallignordkante stößt direkt an das tiefe Fahrwasser der Süderau; man erkennt dort die Anlegebrücke. Hooge wird rings von einem Sommerdeich umschlossen. Nur auf der Ostseite, im Windschutz, liegt noch ein Streifen Vorland außendeichs. Die alten Halligpriele sind als dunkle Linien zu erkennen. Im Gegensatz dazu sieht man die hellen geraden Betonstraßen, die in den letzten Jahren gebaut worden sind. Sie verbinden die Warfen untereinander.

Über Hallig Norderoog ist schon im Abschnitt 3. c) gesprochen worden.

Der Wattkomplex ist durch ein großes, von Osten nach Westen ziehendes Prielsystem, das *Hooge-Loch*, in zwei Hälften gegliedert. Während dessen Mündung im Westen zum Teil scharf ausgeprägte Formen mit Steil- und Flachkanten hat, wird es nach der Wasserscheide zu sehr flach und verwaschen. Die Wasserscheide liegt nicht in der Mitte des Watts, sondern sie ist eine ziemlich breite Zone, etwa 1 km vom Rummelloch entfernt, auf der Verbindungslinie Norderoog – Osthälfte von Hooge. Von den oberen flachen Verästelungen dieses Hooge-Loches findet ein wenig ausgeprägter Übergang nach kleinen Prielrinnen zum Rummelloch hin statt. Nach Westen hin ist das Hooger-Loch die einzige Ent- und Bewässerungsstelle, allerdings die weitaus mächtigste insgesamt. Auf der Nord-, Ost- und Südseite dagegen gibt es eine größere Anzahl kleiner Priele.

Diese ungleichmäßige Verteilung kommt daher, daß entlang der Westkante des Gebietes sich die ca. 1,5 km breite Zone der mächtigen Außensände, des Jap-Sandes – lokal „Die Jap“ genannt (nördlich des Priels) – und des Norderoogsandes (südlich des Priels) erstreckt. Sie werden von der Brandung aufgeworfen und liegen etwa 80 cm über MThw. Sie bestehen dementsprechend aus reinem Sand von etwas größerem Korn als die sonstigen Sandwatten. Sie trocknen wegen der hohen Lage oberflächlich ab, und der Wind kann den Sand formen. Man erkennt das an der hellen Farbe und den feinen rippelartigen Sandkleinformen. Östlich des hohen Außensandes wird die Farbe etwas dunkler. Es ist der Übergang in ein feuchteres Feinsandwatt, welches den größten Teil des vorliegenden Gebietes ausmacht, meist auch die Umgebung der „Unterläufe“ der Priele. In den Einzugs- und Anfangsgebieten der Priele herrscht dagegen eine dunkle Tönung vor, welche zum Teil ohne scharfe Grenzen in das Hellere übergeht, zum Teil scharf gegen das Hellere abgesetzt ist (wie z. B. am baumartig feinverzweigten Priel an der Südkante). Dieses Dunkel zeigt entweder Wasser an oder Pflanzenwuchs oder beides.



Es handelt sich in Wirklichkeit meist um mehr oder weniger schlickige Gebiete, welche wasser-übersättigt sind. Der Anteil und die Zusammensetzung der Vegetation kann von Jahr zu Jahr, je nach den wechselnden ökologischen Verhältnissen, sehr verschieden sein. In der Zone der Wasserscheide zwischen Norderoog und Hooe handelt es sich meist um dichte Teppiche von verschiedenen Algen (besonders Enteromorpha und Chaetomorpha). Entwickeln sich diese nicht so stark, dann gewinnt wieder das Zwergseegras (*Zostera nana*) an Boden und bewirkt mit seinen polsterartigen, oft geschlossenen Beständen die gleiche dunkle Tönung auf dem Luftbild. An den kleinen flachen Prielrinnen selbst gibt es oft jahrelang auch Miesmuschelbänke, welche eventuell ebenfalls dunkle Bildstellen, meist scharf abgegrenzte kleine tiefschwarze Flecken, ergeben können. Die Konsistenz des Watts zwischen Hooe und Norderoog, seine Weichheit oder Festigkeit, ist infolge dieser wechselnden hydrologischen und vegetationsmäßigen Verhältnisse von Jahr zu Jahr recht verschieden. Das merkt man am deutlichsten beim Begehen dieses Watts in den verschiedenen Jahren.

#### c) Watt bei Hallig Süderoog (Abb. 19)

So wie die Hallig Südfall der Insel Nordstrand auf einem beiden gemeinsamen Wattsockel vorgelagert ist, so die Hallig Süderoog der Insel Pellworm. Sie liegt aber nicht wie Südfall nahe dem Westende des Wattsockels, sondern ziemlich in dessen Mitte. Ja, nach Westen hin verbreitert sich das Watt sogar noch und erhöht sich schließlich zu dem etwa 12 km<sup>2</sup> großen *Süderoogsand*. Daher mag es kommen, daß das Watt um Süderoog im Südwest-Nordost-Längsschnitt mehr Schlick- und Schlicksandgebiete enthält als das um Südfall. Aus dem Luftbild ist die Verteilung der Schlick- und Sandgebiete nicht einwandfrei abzulesen. Eine ganze Reihe dunkler, also feuchter Flächen sind allerdings erkennbar: So von der Hallig an nach Norden auf der Wattscheide; ferner nach Südwesten hin sowohl im Bereich der Priele wie auf der Wattmitte. Das sind aber nicht alles Schlickgebiete. Im Südwestabschnitt handelt es sich bei dem Priel direkt an der Hallig um Schlick, auch bei dem nächsten, baumförmigen Prielsystem an der Hever um etwas schlickigen, bindigen Sandboden; im übrigen überwiegt aber Sandwatt. Die Bodenverhältnisse sind also hier einheitlicher, als man nach den mannigfachen Tönungen in diesem Abschnitt vermuten mag. Der Verbindungs-„Weg“ von der Südwestseite von Pellworm zur Hallig ist für Fußgänger unbequemer als der von Nordstrand nach Südfall; denn meist ist er weicher und unregelmäßiger in der Festigkeit des Watts. Nebenpriele des *Rummellochs* und kleine Priele nach der Hever hin engen die Hochwattfläche hier sehr ein. An der Südwestecke von Pellworm ist das nach Süden entwässernde Prielgebiet so hell getönt wie das Watt beiderseits davon. Es ist nicht erkennbar, daß nur die inselnahen Verzweigungen leicht schlickig sind.

Man kann das Luftbild eines solchen Wattgebietes beim Begehen also wohl zur Wahl des Weges in bezug auf Priele u. ä., nicht aber zum Ausweichen vor schlickigen Gebieten verwenden.

Über die Hallig selbst ist bei diesem kleinen Maßstab wenig zu sagen. Deutlich erkennbar ist nur die Steinsicherung an der Westkante und die etwas unregelmäßig gezackte, in Abbruch befindliche und mit einem hellen Muschel-Sand-Streifen belegte Nordost- und Südostkante.

#### d) Dithmarscher Watt vor der Eidermündung (Abb. 20a-c)

Das Wattgebiet *Dithmarscher Gründe* liegt im Zentrum der flachen Wattbucht, welche durch die neue Eiderabdämmung bei Hundeknöll-Vollerwiek entstehen wird. Die hier gebrachten Luftbilder mögen daher zugleich als Illustrationsmaterial für deren Vorgelände dienen.



Dieser Wattkomplex wird im Norden von der Eider, im Süden von dem Wattstrom *Wesselburener Loch* begrenzt<sup>2)</sup>. Das Watt ist, wie eigene Begehungen zeigten, vorwiegend sandig, ist aber nicht so sehr typisches Arenicola-Watt, sondern wird großflächig von dem Wurm *Scoloplos* armiger als Charaktertier besiedelt. Eine solche *Scoloplos*-Dominanz deutet auf lockere Lagerung des Sandes hin. In der Umgebung der oberen Priellabschnitte liegen auch feinere, schluffige Sedimente, z. T. mit dichten Siedlungen von Herzmuscheln (*Cardium*) und Klaffmuscheln (*Mya*). Eigentliche Schlickgebiete sind beschränkt auf einige kleine Priellrandgebiete am *Wesselburener Loch* und auf der zentralen Prielscheide. Diese Sedimentunterschiede sind im Luftbild nicht erkennbar, da offenbar Feuchtigkeitsunterschiede größere Unterschiede in der Tönung des Bildes bewirken.

Die Abbildung 20c läßt die erheblichen Veränderungen im Vergleich der Zustände 1938 und 1958 erkennen. Dabei ist bemerkenswert, daß sich die Gesamtgestalt der *Dithmarscher Gründe* erhalten hat. Die Priele haben sich um Beträge von 100 m bis mehr als 1 km verlagert, und der gesamte Wattkomplex hat sich um mehr als 100 m nach Norden verschoben, oder – anders ausgedrückt – das *Wesselburener Loch* und die *Eider* haben sich nordwärts verlagert. Hierdurch sind die großen „Löcher“ an der Eiderseite bis auf kleine Priele zugeschüttet worden. Dabei hat sich jedoch der biologisch-bodenkundliche Gesamtcharakter des Gebietes erhalten.

#### e) Watt bei Blauort-Sand (Abb. 21a–c)

Das Meßtischblatt Blauort enthält die ganze Skala der Wattzonen vom Verlandungsgebiet über die freien großen Wattflächen bis zu den hochwasserfreien Außensänden<sup>3)</sup> und deren Ausläufern.

Am Ostrande sieht man – von oben (N) aus gerechnet – zunächst einen Sommerkoog mit alten Prielen und Tränkkuhlen. Sein Südteil ist vor dem letzten Kriege mit Seedeich versehen worden, da dieses Gelände Übungsgebiet für Flugabwehrwaffen werden sollte; daher stammt die breite Rampe auf dem Deich mit den seitlichen Ausbauten und die Zufahrtsstraße im Koog.

Zwischen der Südkante dieses Kooges und dem nächsten Sommerkoog zieht ins Watt hinaus der Priel, der das dahinterliegende Marschland entwässert (Stintek). Anschließend ist noch ein Randabschnitt des Büsumer Kooges zu sehen, in ihm zwischen den Flurstücken einige runde Gewässer, alte Wehlen (Deichbruchkolke) und alte Priele.

Vom Deich aus nach Westen erstreckt sich die Wattfläche zwischen den Wattströmen *Wesselburener Loch* im Norden und *Piep* im Süden. Von diesen beiden Strömen her greifen mehrere Priele auf das Watt hinauf; die deichnächsten berühren sich in ihren obersten Bereichen fast. Bei den weiter draußen liegenden ist eine 1 km breite Prielscheide vorhanden. Während vor dem Deich mehr oder weniger schlickiges Sediment liegt, sind die Prielränder vielfach schluffig, die großen freien Wattflächen aber vorwiegend rein sandig, weithin typisches *Arenicola*-Watt mit großer Besiedlungsdichte (60 bis 70 große Würmer je m<sup>2</sup>). Diese Untergrundverhältnisse lassen sich allerdings nicht aus dem Luftbild ablesen. Die obersten Prielverästelungen deuten mit ihren fast eisblumenartigen Zackenrändern auf rückschreitende Kleinerosion. Diese Prielränder sind,

<sup>2)</sup> Hier sei auch einmal auf die zur Charakterisierung von Wattungen geeignete Besiedlung mit im Boden lebenden Tieren hingewiesen, obwohl diese auf den Luftbildern nicht zu sehen sind. Es sollen nur wenige – unveröffentlichte – Beispiele davon gebracht werden; im übrigen sei von den Veröffentlichungen über Tiergemeinschaften im Watt die Arbeit von PLATH (1943) als Beispiel genannt, welche das größte bisher dargestellte Wattgebiet im schleswig-holsteinischen Bereich behandelt.

<sup>3)</sup> Mit „hochwasserfreien“ Sänden sind die über MThw liegenden gemeint.



wie an der hellen Farbe kenntlich wird, am Aufnahmetag offenbar wegen des schnell fallenden Wassers relativ trocken geworden.

Wo das Watt nach Westen zu schmaler zu werden beginnt, liegt über einer flachen, in der Natur kaum merklichen, im Photo etwas dunkleren Wattsenke der hochwasserfreie mondsichel-förmige Blauort-Sand mit seiner Bake als Seezeichen. Er fällt nach Westen hin beträchtlich ab. Bemerkenswert sind die z. T. fast 1 km langen parallelen Bänke und Rinnen zur Piep hin, die andererseits über eine Strandrinne hinweg z. T. durch bogige Sandzungen mit dem hohen Sand verbunden sind. Der westliche Sandwattzipfel reicht noch etwa 8 km weit über den linken Bildrand hinaus.

Die *Piep* gabelt sich in Höhe von Blauort in die *Norder-* und in die *Süderpiep*. An dieser Stelle liegt isoliert der ebenfalls hochwasserfreie Außensand Tertius. Über ihn wird in Abschnitt 5. f) im einzelnen gesprochen.

Die Abbildung 21c zeigt die Veränderungen der Priele und der Wattkanten von 1938 gegenüber 1958. Man sieht, daß sich die Priele sowohl des Blauortwattes wie auch des „Bielshöven“-Sandes (südlich der Piep) sehr verschiedenartig verlagert haben. Westlich von Blauort ist der 1938 zur Piep führende Priel fast verschwunden, dafür ist ein zum Wesselburener Loch gehender entstanden. Die beiden anderen, getrennt zum *Wesselburener Loch* führenden Priele waren 1938 im wesentlichen vereinigt. – Von den drei Prielen, die vom Blauortwatt zur Piep ziehen, haben sich der westliche und der östliche fast gar nicht verlagert, der mittlere dagegen hat sich in den 20 Jahren um mehr als 1 km nach Westen verschoben. Von den drei Hauptprielen des Bielshöven-Sandes zur Piep hin haben der mittlere und der östliche die Lage ziemlich unverändert behalten, der westliche dagegen hat sich parallel um 1 km nach Westen verlagert.

Eine Gesetzmäßigkeit oder die Gründe für dieses verschiedene Verhalten sind beim Vergleich der beiden Luftbilder nicht zu erkennen. Die Wandergeschwindigkeit wäre hier nicht so groß, wie sie LÜDERS (1934) für ein bestimmtes Prielsystem bei Wangerooog mit 25 bis 30 m/Jahr im Mittel, gelegentlich auch 100 m/Jahr angibt. Solche Vorgänge sind wegen der Einbindung in die stark wechselnden örtlichen sonstigen Verhältnisse naturgemäß von Ort zu Ort sehr verschieden.

Die Piep ist 1958 gegenüber 1938 um einige 100 m schmaler geworden, was aber bei ihrer großen Breite ohne praktische Bedeutung ist.

Bei allen derartigen Vergleichen weniger, zeitlich weit auseinander liegender Stadien muß immer die Möglichkeit erwogen werden, daß in der Zeit zwischen den einzelnen Aufnahmen die Veränderungen nicht nur in der durch die Bilder scheinbar erkennbaren Richtung geschehen sein *muß*. Bei manchen Erscheinungen wird es der Fall sein, bei anderen nicht.

#### f) Watt vor Christianskoog (Abb. 22, 23)

Der Bildausschnitt der Abbildungen 22a und 22b zeigt ein weiteres Stück des Dithmarscher Verlandungsgebietes nördlich des Meldorfer Hafenprieles (am Südrand des Bildes) mit dem vorgelagerten Watt.

Die Verlandung geht trotz der Anlage von Lahnungsfeldern und Gruppen in diesem Raum nur langsam voran, da die Sedimentzufuhr nicht so groß ist wie in Nordfriesland. Zudem beschränkt man sich heute darauf, die Landgewinnung als aktiven Küstenschutz anzusehen und im wesentlichen nur als Erhaltung des Gewonnenen zu betreiben. Der Christianskoog (1845 eingedeicht) ist als Ackerbaukoog zu erkennen. Vor ihm liegt ein relativ schmaler, alter Vorlandstreifen, der teilweise durch eine Steindecke (gerade, helle Linie) vor dem Abbruch geschützt wird; davor, auf beiden Bildern in gleicher Breite, ein Lahnungsgebiet. 1936 war ein „langes Werk“ neu gebaut, welches noch 1 km über die Lahnungszone hinausragt. Man sieht an seinem



Ende frische Grüppen. Doch hat man diesen Ausläufer, zumal er auf dem rein sandigen Watt keinen wesentlichen Landgewinn brachte, nicht immer weiter unterhalten. Er ist auf dem Bilde von 1960 noch zu sehen, aber im Verfall.

Das Sandwatt weiter draußen ist 1960 an den Anfängen der Prielsysteme mit der gleichen streifigen Oberflächentönung versehen, wie sie zur gleichen Zeit auch in anderen Wattgebieten zu erkennen ist, z. B. bei Helmsand (Abb. 24) (s. Abschnitt 4. g).

Beiderseits vor dem Kopf des langen Lahnungswerkes ist eine eigentümlich helle wellenförmige Struktur zu sehen, bei der die hellen Einzelelemente in dem Abschnitt nördlich des Werkes die Größenordnung von 20 bis 30 m Länge und 8 bis 10 m Breite haben. Auch diese Erscheinung dürfte durch Feuchtigkeitsunterschiede infolge minimaler Höhenunterschiede bedingt sein. Es handelt sich vermutlich nicht um Wasserwellen; denn am Aufnahmetage herrschte hier nur Südost-Wind von durchschnittlich 4 m/sec, so daß höchstwahrscheinlich kein Wasserfilm auf diesem Watt stehenblieb.

Ein solcher wurde aber an dieser Stelle ein andermal festgestellt, zusammen mit einer eigentümlichen Wellenerscheinung. Diese sei anschließend geschildert, weil sie bei Luftbildern unter entsprechenden Wind- und Wasserverhältnissen in irgendwelchen Reflexen, Strukturen oder Tönungen bemerkbar werden kann, und weil sie ein wohl nicht häufiges, aber charakteristisches Phänomen auf dem Watt zu sein scheint. Auf den Wattflächen kann bei westlichen Windrichtungen und Windstärke von etwas mehr als 6 Bft. auch bei Niedrigwasser ein Wasserfilm auf dem Watt erhalten bleiben, welcher flimmernd und in böengetriebenen Striemen und Flecken eine unterschiedliche Aufhellung und Verschleierung der Wattoberfläche bewirken kann. Dazu sei das Lichtbild (Abb. 23) als Illustration gegeben. Am Aufnahmetage, dem 15. 3. 1967, gegen 11 Uhr, herrschte (nach Angabe der Pegelaußenstelle Büsum) in diesem Gebiet Westsüdwest-Wind mit einer Geschwindigkeit von durchschnittlich 18 m/sec, in Böen bis 23 m/sec (= Windstärke nach Beaufort 8 bzw. 9). Diese freie weite Sandwattfläche (Standpunkt etwa 2 km vom Deich entfernt) war um diese Zeit (Niedrigwasser war gegen 9.45 Uhr) infolge des Windes mit einem durchgehenden, ungefähr 2 cm tiefen Wasserfilm bedeckt. Der stark böig darüberhinfahrende Wind erzeugte ein streifiges Gischtwehen, ähnlich wie das Sandtreiben auf den Außensänden. Im Original der Aufnahme ist das ein wenig erkennbar, da die Blickrichtung genau gegen den Wind geht. Die Wasserfläche ist dabei mit flimmernden kleinen Kräuselwellen bedeckt (s. Abb.). Jedoch sind von dieser Oberflächenbewegung Flecken von  $\frac{1}{2}$  bis 1 m<sup>2</sup> ausgenommen. Es sind auf dem Photo die hellen, quer zur Blickrichtung gehenden Streifen und Flecken. Auf ihnen ist diese ständige Kleinwellenstruktur nicht ausgebildet, sondern hier ist das Wasser fast glatt, wie das Bild zeigt. Das Eigentümliche an dieser Erscheinung ist nun, daß die glatten Flecken nicht rasch wechselnde Augenblickerscheinungen waren, sondern länger dauernde Zustände. Diese Flecken bewegten sich vor dem Wind, und sie alle behielten dabei erstaunlicherweise über etwa 20 bis 30 sec hinweg auf ihrem Weg, der in dieser Zeit etwa 20 m betrug, ihre Umrisse ziemlich genau bei. Es ist dabei noch zu beachten, daß die Windgeschwindigkeit ja etwa zehnmal so groß war wie die Wandergeschwindigkeit der glattbleibenden Flecken. – Genau die gleiche Erscheinung wurde am 30. 9. 1968 auf einer Sandwattfläche beim Bielshövensteert (südlich von der Sandbank Tertius) beobachtet. Hier herrschte etwas schwächerer Wind (Stärke 4 bis 5 Bft.). Eine physikalische Erklärung für dieses Phänomen, welche wohl besonders auf die Luftbewegungen eingehen müßte, kann hier nicht gegeben werden.

#### g) Watt bei Hallig Helmsand (Abb. 24–26)

In Fortführung des in Abschnitt 2. e) über das Verlandungsgebiet bei der Hallig Helmsand Gesagten wird noch das nördlich von Helmsand liegende Watt betrachtet. Hier läuft ein



Priel, welcher fast ohne Nebenpriele im Bogen in 300 m Entfernung an der Hallig vorbeizieht und von dieser Stelle an breit und tief ist. Eigentümlich ist eine fast geradlinige prielartige Senke, welche diesen Prielbogen als Sehne abschneidet. Sie wirkt wie künstlich ausgebagert. Nach Aussage des Marschenbauamtes Heide ist jedoch hier keine künstliche Prielbildung durchgeführt worden.

Die übrigen Priele im Nordabschnitt des Bildes zeigen eine ganze Reihe Feinheiten in großer Klarheit. Schraffenartige zarte Streifensysteme, die wie eine weiche Feder aussehen, laufen in der Bildmitte auf die obersten Prielabschnitte zu und geben dadurch die Zuflußrichtungen an. Sie sind wenigstens zeitweise bei der Wattbegehung identifizierbar; so am 15. 11. 1968 (Abb. 25, 26). Man sieht aus den beiden Abbildungen, daß es sich mindestens an jenem Tage nicht nur um Feuchtigkeitsunterschiede handelte, sondern um parallele Rücken- und Muldensysteme. Deren Höhenunterschiede sind allerdings minimal; sie betragen kaum 10 cm und sind vielleicht zu vielen Zeiten kaum nivellistisch erfaßbar. Je nach Sedimentart, Entfernung vom Priel, Niedrigwasserstand, Luftfeuchtigkeit u. ä. Faktoren mögen die „Mulden“ bei Trockenlage des Watts noch etwas blankes Wasser führen oder nicht. Am besagtem 15. 11. 1968 hatten sie, bei Ostwind Stärke 5 Bft., etwas weniger deutliche Rippeln, so daß mehr blankes Wasser vorhanden war – was offenbar den dunklen Streifen auf dem Luftbild entspricht. Man vermißt sie an denselben Stellen, wo sie im Juli 1958 deutlich erkennbar waren, auf dem sonst so kontrastreichen Luftbild vom August 1966.

Alle drei im Nordabschnitt nach Nordwesten ziehenden Priele verbreitern und vertiefen sich plötzlich. Das ist bei den beiden nördlichen gerade angesichts der besonders dünnen Anfangsrinnen auffällig. Auf der topographischen Wattkarte sind solche „Löcher“ auch zu sehen, soweit sie durch die NN-2-m-Linie umrissen werden können. Die kleineren Rinnen sind aber darauf nicht in ihrer Feinstruktur erkennbar.

Die gleichmäßige, fast samtartige Grautönung des Watts westlich der Hallig zwischen den Bühnen mag bedingt sein durch dichte Diatomeen-Siedlungen, welche, wie alljährlich, sicher auch in den Herbstwochen 1960 hier vorhanden waren (vgl. Abschn. 6. b). Man vergleiche diese Oberflächenstruktur mit der weiter westlich, jenseits des Priels, welche fleckig-streifig ist.

#### h) Watt vor dem Kronprinzenkoog (Abb. 27a–c)

Als Beispiel der Kleinformen eines Wattgebietes wird noch ein Luftbildausschnitt aus dem oberen Einzugsbereich des *Sommerkoogsteertloches* im Südostwinkel der Meldorfer Bucht vom 12. 9. 1960 wiedergegeben. Es handelt sich um ein vorwiegend mehl- bis feinsandiges Watt; nur am Westufer des breiteren Priels am linken Bildrande ist das Sediment mehr oder weniger schlickig. Man sieht Entwässerungserscheinungen in verschiedener Ausprägung. Da sind in der Bildmitte die etwas diffusen streifigen Oberflächentönungen, welche von allen Seiten her auf das Prielsystem zuführen. Sie sind, wie in Abschnitt 4. g gezeigt wurde, bedingt durch Feuchtigkeitsunterschiede, welche wiederum durch minimale rinnenartige Reliefbildungen verursacht sind. Wenn man über das Watt geht, sind sie oft nicht zu erkennen.

Näher zum Priel hin differenzieren sie sich in gut ausgebildete kleine Ebbe-Erosionsrinnen. Diese liegen zum Teil in Vielzahl parallel nebeneinander an dem großen Priel. Ihre Länge hängt mehr oder weniger von dem Gebiet ab, welches sie entwässern. Dies sind natürliche Gebilde, die sich oft recht schnell ändern (vgl. Abschnitt 6. a). Nicht selten kann man den Umbildungen dieser Priele zusehen, z. B. wenn Mäander sich verstärken oder gar enge Schlingen durchbrechen, oder wenn sich die oberen Enden solcher kleiner Rinnen durch rückschreitende Erosion weiter hinauf in das Watt einfressen. Diese kleinen Rinnen liegen z. T. nur 20 bis 30 m



auseinander. Sie sind daher auf dem Luftbild nur bei genügend großem Maßstab wiederzugeben. Maßstäbe kleiner als 1:10 000 lassen diese Erscheinungen nur noch undeutlich erkennen. Das zeigt der Vergleich mit dem Meßtischblatt-Luftbild vom 19. 7. 1958 (hier nicht wiedergegeben). Auf diesem 1:25 000-Blatt ist immerhin deutlich, daß alle längeren Priele, sowohl die ständig wasserführenden als auch die ganz trocken fallenden, im Laufe der dazwischenliegenden Jahre ihre Gestalt praktisch nicht verändert haben. Selbst die kleinen Nebenrinnen, soweit sie genau erkennbar sind, haben ihre Gestalt in allen Krümmungen beibehalten. Solche Feinheiten könnten natürlich auch durch terrestrische Vermessung festgestellt werden; doch würde das wegen der Vielzahl der kleinen Gebilde einen sehr großen Zeitaufwand erfordern.

Zur Darstellung der Weiterentwicklung und der Veränderungen des Gebietes innerhalb von 6 Jahren nach der Aufnahme von 1960 wird ein – etwas größerer – Ausschnitt von 1966 gebracht (Abb. 27b und c). Er zeigt, daß die beiden wasserführenden Priele nahezu gleich geblieben sind. Die zwischen ihnen liegenden beiden kleineren wasserführenden Priele sind auch noch vorhanden. Der östliche von ihnen ist stärker verändert als der westliche – ein Zeichen, wie wenig die Bedingungen der Veränderungen solcher Formen ohne genauestes beobachtendes Einzelstudium zu erkennen sind. Die nördliche Wattkante am *Sommerkoogsteertloch* hat sich um etwa 100 m nach Süden verlagert.

Bemerkenswert ist noch die Zunahme der *Spartina*-Vegetation in den 6 Jahren. Das sind die dunklen, z. T. punktförmigen Stellen in den deichnahen Lahnungsfeldern vor dem Sommerkoog, nördlich der Gitterlinie 5990 und in den äußersten Lahnungsfeldern vor dem Kronprinzenkoog, südlich der genannten Gitterlinie und westlich der Gitterlinie 3500. Nur die punktförmigen *Spartina*-Horste 300 m westlich der kleinen Deichbucht bei Zahl 5990, welche auf dem Bild von 1960 deutlich zu erkennen sind, sind 1966 verschwunden. Mit der Lupe ist zu sehen, daß das Watt an dieser Stelle inzwischen gegrüppt worden war. Dadurch sind die Pflanzenhorste teils ausgehoben, teils zugedeckt worden. – Im Sommerkoog sind in dem gegrüppten Grasland eine Anzahl kreisrunder Tränkkühen bemerkbar.

#### i) Marner Plate (Abb. 28a, b, 29 und 50)

Die Marner Plate beginnt an der Nordwestspitze des Friedrichkooges, zunächst als breiterer Wattsockel zwischen den Anfangsrinnen der großen Priele, dem *Altfelder Priel* (in Deichnähe) sowie *Dieksander Priel* an der Nordflanke und dem *Neufahrwasser* an der Südflanke. Sie verschmälert sich nach draußen, in etwa 7 km Abstand vom Deich sehr stark und schließt an den Buschsand an. Dieser war am Anfang des vorigen Jahrhunderts noch von der Marner Plate getrennt. Das zeigen z. B. die Karte bei DEGN/MUUSZ (1963) und alte Karten bei WOHLBERG (1950). Danach traten die genannten Wattströme an der Stelle der heutigen Einschnürung der Plate miteinander in Verbindung. Die Wattbreite und die Lage der schmalsten Stelle hat sich, wie der Vergleich der Luftbilder von 1935 und 1958 zeigt, nicht unwesentlich verändert. 1935 lag sie bei einer geringsten Wattbreite von 2,7 km in 7,5 km Entfernung von der Deichspitze, 1958 bei 2 km geringster Breite 7 km davon entfernt.

Die wattmorphologischen Einzelheiten der Marner Plate und ihrer Randgebiete als geographische Objekte sind eingehend untersucht worden von WRAGE (1930), der später auch die Bedeutung des Luftbildes für solche Arbeiten herausgestellt hat (WRAGE 1958). Auf seine Arbeiten muß hier hinsichtlich der Einzelheiten hingewiesen werden. Die Marner Plate ist im schleswig-holsteinischen Seewattgebiet die erste und bisher einzige größere Wattfläche, welche eingehend analysiert und in ihren Bildungsvorgängen und -tendenzen dargestellt worden ist. Es ist zu hoffen, daß, gerade auch unter Verwendung des Luftbildes, weitere Wattgebiete vor unserer Westküste in absehbarer Zeit ähnlich eingehend bearbeitet werden.



Hinsichtlich der Insel Trischen sei hier noch auf die beiden Luftbilder von 1935 und 1946 (WOHLENBERG 1950, Abb. 1 und 30) sowie insbesondere auf folgende Einzelheiten hingewiesen: GIERLOFF-EMDEN (1961) hat ein Luftbild von Trischen vom 13. 9. 1957 erläutert; seine Ausführungen können im großen und ganzen übernommen werden. Eine kleine Revision in der Deutung sei gegeben, um zu zeigen, daß ohne genaue örtliche Kenntnis aus der Tönung des Luftbildes allein oft nicht mit Sicherheit abgelesen werden kann, um welche Formen und Oberflächenerscheinungen es sich handelt. Das Verlandungsgebiet östlich des ehemaligen Kooges ist heute, wie schon 1957/58 und einige Jahre vorher, fast gänzlich einheitliches Spartina-Gebiet, in der Art, wie sie sich schon vorher anbahnte (KÖNIG 1949). Nicht nur die (auf dem Luftbild dunkel getönte) von GIERLOFF-EMDEN auf dem Deckblatt so genannte „Spartina-Wiese“ ist Spartinetum, sondern auch alles, was daneben als „erhaltenes Kulturwatt“, „Inselwatt“, „Wiese“, „Marsch“ bezeichnet ist und durch eine gemeinsame Umrißlinie als geschlossener Komplex richtig umgrenzt ist.

Ein (hier nicht veröffentlichtes) Trischen-Luftbild von 1958 läßt im Vergleich mit dem von 1957 erkennen,

1. wie sich im Laufe eines einzigen Jahres auf der Oberfläche des Außensandes erhebliche Struktur- und Formveränderungen vollzogen haben,
2. welche großen Unterschiede entstehen durch phototechnische Reproduktion, die Papier-sorte, die Abstufung der Tönung auf die hellen oder dunklen Stellen als Schwerpunkte.

Im Fall Trischen spielt bei der Dunkeltönung auf dem Buschsand gerade in den Jahren 1957/58 schon die verstärkt einsetzende Bildung von Primärdünen mit Strandweizen (*Agropyrum junceum*) eine Rolle.

Der Luftbildplan, welcher für die Abbildung 28a benutzt wurde, ist das entzerrte 1 : 25 000-Blatt, welches bei der Herstellung mittels Radialschlitziangulation aus einzelnen ungleichmäßigen Stücken zusammengesetzt wird, Stücken, welche oft nicht alle von einem Flugtag stammen. Welche Verschiedenheiten durch diese Ungleichzeitigkeit in ein Luftbild kommen können, wird durch das Deckblatt zu Abbildung 28a herausgestellt. Es umfaßt das Gebiet vor dem Damm zur Sicherung der Friedrichkoogspitze. Über dessen Sinn, die Bausausführung und die Auswirkungen ist von HABERSTROH (1938), RÖHRS (1938) und KÖNIG (1943) berichtet worden. Er ist nach dem Kriege, wie auch auf der Abbildung 28a zu sehen ist, durch ein dichtes Netz von Lahnungen beiderseits bewehrt worden. Auch erkennt man, wie noch jetzt das vom Damm behinderte Gezeitenwasser kolkend um den Buhnensporn vor der Dammspitze herumzieht. Erstaunlich ist jedoch besonders das unterschiedliche Aussehen der Wattoberfläche direkt vor dem Dammkopf und etwa 500 m weiter draußen. Am Deckblatt ist erkennbar, daß diese Verschiedenheit durch die Trennlinie zweier Bildteilstücke markiert ist. Der nordwestlich dieser Linie liegende Abschnitt wurde am 19. 7. 1958 gegen 9.30 Uhr, der südöstlich davon liegende am 20. 7. 1958 gegen 10.00 Uhr aufgenommen. Am 19. 7. wehte um diese Zeit West-Wind von 4 m/sec, am 20. 7. Ost-südost-Wind von 6 m/sec. Am 19. 7. scheint durch den Windfaktor das Wasser nicht so vollständig vom Watt abgelaufen zu sein wie am 20. 7. Die Wattfeuchtigkeit und besonders ihre kleinräumlichen Unterschiede blieben größer, und dies äußerte sich in der sehr unterschiedlichen Tönung, welche Höhenunterschiede oder verschiedenartige Oberflächenbedeckung vortäuschen könnte.

Auch im Nord-Drittel liegt eine solche Trennungslinie zweier ungleichzeitig aufgenommener Bildstücke. Dadurch werden wiederum beiderseits der Trennlinie sehr unterschiedliche Aspekte auf dem Luftbild erzeugt, diesmal besonders im Altfelder Priel erkennbar. Die Bildstücke stammen vom 7. 6. 1958 und vom 19. 7. 1958, liegen also 1½ Monate auseinander. Man sieht an den streifig angeordneten Wellen im Priel, daß am 7. 6. kräftiger Wind herrschte; ob aus Südost oder Nordwest, ist dagegen nicht auszumachen. Nach den Windmesserwerten war es



Südost-Wind von 12 m/sec. Am 19. 7. dagegen wehte West-Wind von nur 4 m/sec, so daß in den anschließenden Flächen des Priels nichts von Wellenbewegung zu sehen ist.

Diese „unpassende“ Aneinandersetzung von Teilstücken mit verschiedenen Aufnahmezeiten ergab sich bei der Herstellung des entzerrten Bildplanes als technische Notwendigkeit. Es wurde übrigens absichtlich unterlassen, die Trennlinien wegzuretuschieben; denn es ist besser, kleine Schönheitsfehler auf dem Bildplan in Kauf zu nehmen, dafür aber Gewißheit über alle Einzelheiten des Planes und damit auch Sicherheit über die Auswertungs- und Beurteilungsmöglichkeiten zu haben.

Als Abbildung 28b wird noch ein Ausschnitt aus dem Luftbild vom 14. 3. 1935 gebracht. Er zeigt die Gefährdung des Deiches am Friedrichskoog durch den sich immer mehr herannagenden Altfelder Priel, der deswegen hier durchdämmt wurde (die zukünftige Dammlinie ist angedeutet). Dieses Luftbild zeigt daneben besonders deutlich die helle Tönung aller Prielränder. Diese sind damals in diesem Gebiet teils schlickig, teils sandig gewesen (KÖNIG 1943). Die helle Tönung ist jedoch unterschiedslos bei beiden Sedimentarten ausgeprägt. Sie ist bedingt durch die geringere Feuchtigkeit der Prielränder, wo um die Niedrigwasserzeit das Watt mehr entwässert ist als auf den großen Wattflächen.

#### k) Dithmarscher Watt zwischen Trischen und Melderfer Hafen (Abb. 29)

Vom Zentralgebiet des Dithmarscher Watts liegt ein neuer Luftbildplan vor vom August 1966. Er zeigt die Eigentümlichkeiten des Gebietes und eine Reihe von Veränderungen auf einer kontrastreichen panchromatischen Luftbildaufnahme so klar, daß er, zugleich als Zusammenfassung der aus dem Dithmarscher Bereich gebrachten Bildausschnitte, hier noch gesondert gezeigt werden soll.

Man sieht von der Festlandküste die ganze Strecke von Büsum (nahe der Mitte des nördlichen Bildrandes) über Melderfer Hafen bis zur Spitze des Friedrichskooges (gegenüber Büsum am Südrande des Bildes). Die Wattströme mit ihren Verästelungen sind als schwarzes Aderssystem besonders scharf herausgehoben. Die *Piep* ist der Hauptstrom von der Gabelung in der Nordwestecke des Bildes bis zu ihren Aufzweigungen vor Büsum: am Beginn der Verzweigung die beckenartige *Schell-Ledge* vor Büsum; das *Sommerkoog-Steert-Loch*, in die Südostecke der Bucht ziehend; das *Kronenloch* in Richtung auf den Melderfer Hafen; das *Wöhrdener Loch*, auf die Nordostecke der Bucht zuführend. Im Südwest-Quadranten des Bildes liegen die Umfassungsströme der Marner Plate: auf deren Nord-Seite der *Flackstrom* mit seinen Sandbänken, der sich nach Südosten in den *Dieksander Priel* und den *Altfelder Priel* fortsetzt; südlich der Marner Plate noch ein Stück des *Neufahrwassers*.

Man sieht die mächtige Ausdehnung der *Piep*. Sie hat nach der Seekarte bis in das Kronenloch und Sommerkoog-Steert-Loch hinein Wassertiefen zwischen 10 und 20 m, während die Schell-Ledge 2 bis 5 m, die Priele weiter hinauf rasch unter 5 m abnehmende Wassertiefen haben.

Im Gebiet dieses Bildausschnittes liegt auch die im Generalplan für die Verkürzung der Deichlinie vorgesehene Deichtrasse in der Melderfer Bucht (eingezeichnet als gebrochene geschwungene Linie östlich von Büsum beginnend und auf den Kronprinzenkoog im Süden hinziehend). Binnendeichs von ihr bleiben Wattflächen (unter MThw) von etwa 34,5 km<sup>2</sup>, während im Einzugsgebiet der *Piep* vor dieser Deichlinie (bis zu einer Linie von der Westseite des Büsumer Kooges nach Friedrichskoogspitze) etwa 68,5 km<sup>2</sup> Wattflächen + etwa 20 km<sup>2</sup> Wasserflächen (hier dunkel) bei Niedrigwasser vorhanden sind. Die östliche Hälfte des auf dem Bild sichtbaren Einzugsgebietes der *Piep* wird also durch die geplante Deichlinie flächenmäßig um



knapp 20 % verkleinert werden; es sind aber Flächen, welche infolge der hohen Wattlage ein relativ kleines Wasservolumen haben.

Auf folgende Einzelheiten ist noch aufmerksam zu machen. Die Verlandungsgebiete heben sich wenigstens in der südlichen Bildhälfte sehr schön dunkel heraus und sind daher auf diesem Luftbild besser zu erkennen als auf allen anderen. Vor allem auffällig ist dasjenige am Damm nach Helmsand, der in der Mitte des östlichen Bildrandes nach Südwesten verläuft. Man sieht hier (vgl. Abschn. 2. e), um wieviel weiter die Verlandung auf der mehr windgeschützten Südostseite des Damms vorgeschritten ist als auf der den Nordwestwinden ausgesetzten Dammseite. – Auch auf Trischen ist das Verlandungsgebiet (Spartina-Gebiet) (vgl. Abschn. 4. i) sehr deutlich zu sehen als fast schwarze Fläche beiderseits des alten Hafenprieles. Nach dem hohen Sand hin (Richtung Südwesten vom Priel aus) hellt sich die dunkle Tönung etwas auf; hier wächst trockenerer Rasen des Supralitorals.

Recht eindrucksvoll sind auch einige Veränderungen der Priele im Laufe der letzten acht Jahre. – Von den Prielen an der Nordkante des Bielshöven-Sandes zur Piep (vgl. Abb. 21c) hat der westliche seine Mündung etwas nach Osten verlagert. – Der Priel, welcher östlich von Blauort in die Piep mündet, hat seine Form und die Lage der Mündung ebenfalls stark verändert. – Kaum verändert hat sich das Aufgabelungsgebiet des Dieksander Priels vor der Friedrichskoogspitze. – Die Sandbänke nördlich und südlich von Trischen (vgl. Abb. 50) haben sich erwartungsgemäß ebenfalls erheblich gewandelt; besonders bemerkenswert sind der Durchbruch an der Westkante des Bielshöven und die scharfen Kanten an der Süd- und Südwestflanke des Buschandes in der Südwestecke des Bildes.

## 5. Dünengebiete, Außensände und Sandbänke

### a) Nordspitze von Amrum (Abb. 30–39)

Auf Abbildung 30 ist die fingerförmige Nordspitze von Amrum nach dem entzerrten Luftbildplan 1 : 25 000 von 1958 wiedergegeben. Dieser zeigt die Lage, die Umrißform, die Hauptverteilung von hellen, nackten Strandhaferdünen und dunklen, verheidenen Dünen und von Strandgebieten sowie die vor dem Ufer liegenden Sandbänke; aber damit ist der Inhalt auch ziemlich erschöpft. Wieviel mehr noch zu sehen ist – und bei der Befliegung zu sehen war –, läßt sich aus einer Vergrößerung eines Originalfliegerbildes erkennen (Abb. 33). Das Photo ist, um die subjektive plastische Wirkung der Schatten besonders deutlich zu machen, so orientiert, daß Norden links liegt. Dasselbe Photo ist im Originalmaßstab der Arbeit von VOIGT (1965) beigelegt und liegt seinen Ausführungen zugrunde. VOIGT hat das wesentliche Allgemeine in bezug auf die Bilderklärung schon ausgesagt. Das Photo wird im Rahmen der vorliegenden Veröffentlichung noch einmal als Vergrößerung gebracht, a) um zu zeigen, wieviel mehr hierauf zu sehen ist, als man nach der Reproduktion des Originals vermutet, b) um es zum Vergleich mit der Aufnahme von 1958 zu haben, c) um die Veränderungen zu erkennen, die innerhalb von drei Jahren (1962–1965) eingetreten sind (im Vergleich mit KÖNIG 1967).

Dieses Luftbild wurde im Auftrage des Amtes für Wasserwirtschaft aufgenommen, weil es die Auswirkungen der Sturmflut vom Februar 1962 an diesem typischen Beispiel eines Dünenhakens im schleswig-holsteinischen Bereich zeigen sollte, eines Gebietes, welches zudem – da es alljährlich bewachtes Naturschutzgebiet ist – in seinem biologischen und geologischen Bestand seit Jahrzehnten bekannt und unter Kontrolle ist.

Die Nordspitze von Amrum, die „Odde“ (friesisch „åd“), hat im Laufe der durch brauchbare Karten erfaßten Zeit (etwa seit dem 17. Jahrhundert) an Länge zu-, an Breite abgenommen (VOIGT 1965, KÖNIG 1967). Von den Kliffabbrüchen ist vor allem die Westseite betroffen,



und zwar am meisten in ihrem Südteil, da wo jetzt infolgedessen die stärkste Einschnürung stattgefunden hat. Bei jeder Sturmflut, die bei Wasserständen von ca. 1,60 m und mehr über MThw die wild anbrandenden Wogen wenigstens mit ihren Ausläufern auf den Dünenfuß wirken läßt, geht das Kliff um Meter zurück. Der Dünenfuß liegt nach der Vermessung durch das Marschenbauamt Husum bei etwa NN + 3,00 m, d. h. etwa 2 m über MThw (MThw = NN + 1,05 m). Wie oft Abbruch geschieht, ist natürlich von Jahr zu Jahr ganz verschieden. Da hier der Vergleich zwischen den Bildern vom November 1962 und vom Februar 1965 gezogen wird, sei als Beispiel angegeben, daß in dieser Zeitspanne von 2 $\frac{1}{4}$  Jahren nach dem Pegel Witt-dün der Dünenfuß wahrscheinlich dreimal von den Wellen angeschlagen worden ist; weitere dreimal dürften die Wellen ihn wenigstens punktwise erreicht haben. Ob die Wiederansandung im ruhigeren Sommerhalbjahr, wie sie VOIGT (1965) und GRIPP (1968) beschreiben, wirklich stattfindet, hängt von der Gunst des Windes und auch der Niederschläge in den einzelnen Jahren ab. Durch die Sturmflut 1962 fand ein besonders starker Angriff des Meeres auf diese Dünen statt (s. Deckblatt). Über den Asphalt-damm, auf dessen Seeseite sich dank der Dünenpflege wieder Sand in 50 m Breite und bis zur Höhe der Dammkrone (NN + 4,50 m) angehäuft hatte, war die Flut hinweggegangen und hatte in der ganzen Länge des Dammes den Dünen-sand auf die als Viehweide genutzte Salzwiese gebreitet. Die Wiese liegt auf dem üblichen Halligniveau und ist an der Wattkante nicht durch einen Deich oder einen Dünenrand geschützt. Jede mittlere Sturmflut setzt sie unter Wasser. Ganz ähnlich ging es im benachbarten Tal 1 der Odde. Dessen Westranddüne war im Laufe des letzten Vierteljahrhunderts durch den Meeresangriff so erniedrigt worden, daß erstmalig 1954 das Wasser darüber hinweglief und das Tal einschließlich des Backsteinhauses für den Vogelwarter unter Wasser setzte. Obwohl man anschließend nach besten Kräften im Rahmen der vorhandenen Mittel und Arbeitsmöglichkeiten um Dünenneubildung bemüht war, war doch auch 1962 das Tal wieder überflutet. Der Sand der Randdüne wurde, wie man sieht, in mehr oder weniger dicker Schicht über die dunkle Empetrum-Calluna-Heide gebreitet (s. auch Abb. 38) und erstickte diese, soweit sie nicht durch das Salzwasser abgetötet wurde. Das Heidekraut (Calluna) vertrug das Salz nicht, wohl aber die Krähenbeere (Empetrum) (vgl. auch den Empetrum-Bestand im sandigen Vorland vor den Dünen von St. Peter, Abschn. 5. e). Neue Sandfangzäune sind zu sehen. Deutlich ist auch der helle Trampelpfad vom Haus auf dem kürzesten Wege zum Watt sichtbar. Ihn hatte man 1954 als Notmaßnahme vertieft, um dem Wasser in dem schüsselförmigen Tal Abfluß zu verschaffen. Er sandete in den folgenden Jahren nicht recht von selbst wieder auf. So schoß das Wasser 1962 hier wie durch eine Düse in das Watt und es entstand an der Dünenkante ein tiefer Kolk, den man an dem Schatten vielleicht auch auf der Reproduktion des Luftbildes erkennt. Diese Gasse ist im Laufe der folgenden Jahre durch Sandfahren und Halmpflanzung wieder aufgefüllt worden, und die Randdüne ist auch hier wieder stark genug gegen höhere Fluten. – Abbildung 38 zeigt die über-sandete Westseite dieses Tales im Jahr der großen Sturmflut aus der Erdsicht.

Am stärksten zerstört ist das nördlich anschließende Tal 2 („Sahara“ der Vogelwarter, s. auch Abb. 39). Diese infolge der Dünenzerstörungen an der Westseite in ganzer Breite offene Tal war Anfang der 50er Jahre bis auf den schotterreichen (Feuerstein und andere Steine des Diluviums) Fundamentboden ausgeräumt; im Osten, auf der Wattseite, war es durch eine junge kompakte Düne abgeschlossen. Danach ist auch im ganzen Tal wieder Sand eingeweht worden, welcher sich zunächst locker mit Strandhafer (*Psamma*) besiedelte und so einen huckeligen Rücken entstehen ließ. Der nahtlose sanfte Übergang zu den Randdünen dieses Tales (II und III) war aber nicht mitvollzogen. So blieben hier zwei breite Furchen, in welchen Wasser und Wind abtragend und ausblasend wirken konnten. Besonders bei der Februar-Sturmflut 1962 war das der Fall. Dies ist im Luftbild sehr gut zu erkennen. Die Fluten gingen damals bis an die hintere (wattseitige) Abschlußdüne des Tales. An der Nordostecke dieser „jungen Düne“ ist



aber auch von der Wattseite her ein schluchtartiger Einbruch entstanden; er ist durch seinen Schatten im Luftbild hervorgehoben. – Die Erdansicht dieses Tales zeigt Abbildung 39.

Außer diesem und dem „Durchbruch“ in Tal 4 ist die Wattseite der Odde relativ unverändert geblieben. Vor Tal 3 sind durch die Schattenwirkungen die weiteren scharfkantigen Kliffabbrüche markiert, ebenso die mehr oder weniger aufgebrochenen, ausgeblasenen Kessel. Um so ruhiger wirkt die geschlossene Vegetation in dem dahinterliegenden Tal 3. Die dunklen Flecke sind vorwiegend Krähenbeere (*Empetrum*). In ihrer Umgebung gibt es auch Reinbestände von Sandsegge (*Carex arenaria*). Es ist verwunderlich, daß diese zu der Jahreszeit, wo sie stark vergilbt sind, nicht heller hervortreten. Dieses Tal hat durch kleinere Zwischendünenrücken ein stärkeres Relief als das große Tal 4, wo solche in der ebenfalls geschlossenen Vegetation nur ganz schwach hervortreten.

Der Vergleich des Dünengeländes der Odde 1962 mit dem Zustand 1937 ist nicht möglich. Der Luftbildplan von 1937 ist so flau, daß Einzelheiten kaum zu identifizieren sind.

Schließlich sei noch der Luftbildvergleich 1962–1965 gemacht (Abb. 34–37), der Vergleich einer Senkrechtaufnahme vom Herbst (5. 11. 1962) mit den Schrägaufnahmen vom Winterende (24. 2. 1965), die auch bei KÖNIG (1967) wiedergegeben sind. Die Strandverhältnisse haben sich (was nicht aus dem Luftbildvergleich ersichtlich ist) in der Richtung der früheren Abbrüche weiterentwickelt. Erhebliche Unterschiede sind in der Vegetationsdichte zu finden. Schon im Tal 1 sieht man – selbst bei dem etwas kreidig gewordenen Druckbild –, daß die 1962 so scharfe Grenze zwischen alter Heide und neu darüberschüttetem Sand verwaschen ist. Pflanzen haben sich auch schon auf dem Sand wieder entwickelt oder neu angesiedelt, so daß dieser schon mehr gefleckt aussieht. Im Tal 2 ist der neue Dünenrücken im Kern des Tales, welcher 1962 nur in der Mitte mit einer schütterten Strandhafer-Vegetation bewachsen war (hellgrau granulierte Tönung), 1965 in seiner ganzen Breite von fast geschlossenen Beständen dieses Grases bedeckt. Die seitlichen Rinnen im Tal dagegen, wo Wasser und Wind oft fegen und blasen, sind auch jetzt nackt; teilweise haben sich an den neuen Strandhaferbüschen sogar schon wieder Kleinkliffs gebildet. – Auch in der „zipfelförmigen Ausräumung“ vor Tal 3 ist solche Vegetationszunahme auf dem 1962 noch ganz nackten Sand im Luftbild zu konstatieren.

So zeigen sich in dem Vergleich beider Stadien Wachstum und Zerstörung dicht nebeneinander.

#### b) Sandbänke nördlich der Insel Amrum (Abb. 30–32)

In Abbildungen 30a und 30b werden zwei Vergleichsbilder des Wattrandgebietes nördlich der Nordspitze von Amrum gebracht. Es ist der Bereich, wo der starke Wasserwechsel um die Nordspitze der Insel herum vom Vortrapptief (westlich Amrum) zum Watt zwischen Amrum und Föhr erfolgt. Die Formen der Bänke zeigen schon, auf jedem der beiden Luftbilder in sich, welche Unruhe in dieser Region herrscht. Das wird beim Vergleich der beiden Aufnahmen von 1937 und 1958 noch deutlicher. Bei stürmischem Wetter mit hohen Wasserständen wird auch die Sandfläche vor den Dünen der Nordspitze noch an Ort und Stelle mit umgelagert. Dies zeigen die Abbildungen 31 und 32. Auch sie mögen als Beispiel dienen, wie sich Luftphoto und Erdphoto bei der Beschreibung, Deutung und Auswertung in Landschaftsdarstellungen ergänzen.

#### c) Kniepsand vor Amrum (Abb. 40–43 und 17)

Auf den vergleichbaren Luftbildern ist die Hakenentwicklung seit 1937 gut erkennbar. Vor der Dünenkante im Westteil des Südstrandes und der Ufermauer im Ostteil (vor dem Ort) liegt ein beckenförmiges Watt. 1937 taucht es in flachen Bänken nach Süden unter Wasser, ein Priel



in Strandmitte entwässert nach Süden. An der Stelle, wo die Dünenkante nach Nordwesten abbiegt, setzt 1937 ein nur einige hundert Meter langer Haken nach Südosten an. Dieser hat 1958 seinen Ansatzpunkt zu einer breiten und hohen Sandfläche erweitert, und er selbst zieht nun in einem halben Kilometer Abstand vom Inselrand in flachem Bogen nach Osten bis fast an das Ostende der Insel. Von ihm aus gehen ähnlich wie 1937 flache Sandbrücken nach Süden und Südwesten ab. Durch diesen Haken ist vor der Inselkante das Becken nun fast ganz abgeschlossen. Der früher nach Süden gehende Priel ist abgeschnitten, die Entwässerung geschieht bei normalen Wasserständen jetzt nach Osten.

Die dunkle Tönung dieses Beckens auf dem Luftbild entspricht seiner Eigenart, wie sie beim Begehen hervortritt (Abb. 41, 42). Es hat beiderseits des flachen Priels, der hindurchzieht, schluffiges, weiches Sediment. Dieses ist allenthalben von *Lanice*-Würmern dicht besiedelt, deren Sandröhren wie Stoppeln aus dem Sand ragen. Am Priel selbst liegen auch Miesmuschelhorste; in deren Umgebung ist das Sediment infolge der Kotausscheidungen dieser Tiere schlickig. So ist das Becken, umgeben von reinem Sand, ein gar nicht zum Kniepsand gehöriges, ganz von ihm umschlossenes Gebilde.

Der südöstliche Außenrand dieses Sandes, der 1937 vor dem Wittdüner Inselvorsprung als ein großer, teilweise unter Wasser liegender isolierter Bogen nach Südwesten zog, ist 1958 schärfer markiert. Der hohe Sand geht bis an diese Bogengrenze heran, welche durch die Tiefe des Außenwassers festgelegt ist.

Der Kniepsand (Abb. 17) erstreckt sich im Südwest-Abschnitt in der gleichbleibenden Breite von 1 km vor der Dünenzone. Er grenzt an die See mit einer scharfen Kante, welche auch durch die Reihe flacher Strandwannen nicht durchbrochen wird. Ein 5 bis 6 km<sup>2</sup> großer Komplex von cirrusartigen, nur wenig über die Niedrigwasserlinie ragenden Sandbänken ist von der Kniepsandkante abgesetzt. Die Bänke streichen zudem in West-Ost-Richtung, also anders als die Kante des hochwasserfreien Sandes.

Im Nordwest-Abschnitt des Kniepsandes, vom Knick der Dünenkante an, ist die Strandlinie nicht so scharf markiert. Schon in der Biegung beginnen schräg zur Uferlinie ziehende Wannensysteme. Dann verschmälert sich der hohe Sand; er ist von hier ab nur noch 500 m breit. An dieser Einengungsstelle liegt ein diffuser Sandbank-Komplex mit bogig angedeuteten Rücken, und weiterhin setzen grätenartige, parallele Bänke an dem hohen Sand an, die sich nördlich des Norddorfer Kooges zu einem bogig gefächerten System vergrößern.

In diesem Nordwest-Abschnitt lag früher der Kniephafen. Der Kniepsand bestand hier aus einer langen Zunge, welche in 1/2 km Abstand parallel zur Dünenkante zog und das nach Norden offene natürliche Hafenbecken gegen die See abschloß. Dieser Kniephafen ist im Laufe der drei Jahrzehnte ganz zugesandet (VOIGT 1964). Auf dem Luftbild von 1958 sind nur noch einige feuchte und daher dunkel erscheinende Stellen vorhanden, wo zeitweise oder meist noch blankes Wasser in flacher Schicht steht – so in Höhe des Weges, der von Norddorf zum Badestrand führt, und 1 1/2 km südlich davon vor der Dünenkante. Das Wasser versickert wahrscheinlich auch deshalb nicht so schnell, weil gerade hier an der Oberfläche eine gewisse Abdichtung durch ein „Farbstreifenwatt“ und durch gelegentliche feinkörnige Einschwemmungen stattfindet.

Anschließend an die Zuschüttung hat sich das Nordende des Kniepsandes weiter nordwärts geschoben – von 1937 bis 1958 mitsamt dem gefächerten Riffbogenkomplex um 400 m. Der Sand reicht jetzt bis zur schmalsten Stelle des Nordhakens, bis dahin, wo man auf dem Luftbild den 1955 gebauten Asphaltdeich (schwarzer Strich nahe dem Westrand) an den ersten Dünenkomplex der Nordspitze stoßen sieht. Weiter als bis hierher ist die Anlagerung des Kniepsandes an die Nordspitze aber nicht gekommen, wohl weil von da ab unmittelbar vor der Dünenkante die Wasserbewegung zu stark und die Tiefe zu groß ist. Die Dünenkante der Nordspitze wird daher bei jeder Sturmflut um Meter-Beträge zurückverlegt (KÖNIG 1967).



## d) Süderoogsand (Abb. 44-46)

Dieser Sand stößt mit der glattesten Uferzone an die See. Ihm fehlen die den meisten anderen hochwasserfreien Außensänden vorgelagerten Sandbänke. Nur die unmittelbar vor der Brandungskante liegenden Strandrinnen mit den entsprechenden Riffen sind auch hier vorhanden. Auf der großen Sandfläche ist ein 1 bis 2 km breiter Streifen entlang dem Seestrand am hellsten, d. h. am trockensten; das ist besonders auf eigentümlichen, wellig-flockig aussehenden Strukturen der Fall. Weiter einwärts, nach Nordosten hin, wird der Sand etwas grauer. Er ist hier feuchter; und er enthält fleckenweise auch noch dunklere Stellen, wahrscheinlich hervorgerufen durch aufgespülte Algen, Schlickhäute u. ä. Ein kleiner nach Norden entwässernder Priel mit fast schwarz erscheinendem nassem Ursprungsgebiet zeigt, wo das vom normalen Hochwasser erreichte Watt beginnt: Dessen Grenze verläuft in Höhe der obersten Prielanfänge in Nordwest-Südost-Richtung. Die eigentümlichen welligen Sandstrukturen sind auch zu sehen auf den beiden Schrägaufnahmen Abbildung 45 und 46. Auf Abbildung 45 bemerkt man, ähnlich wie auf den Senkrechtaufnahmen, daß sie in Strandnähe dichter liegen als weiter ab vom Ufer. Ihre Größe ergibt sich aus der mitfotografierten Bake; deren Fuß ist 7 m breit. Noch deutlicher werden diese Bildungen auf Abbildung 46, welche mit steilerem Blickwinkel aufgenommen wurde. Jede helle Wellenlinie hat doppelte Konturen, so als handele es sich um eine total verwackelte Aufnahme. Das ist aber nicht der Fall, sondern hier ist der Unterschied der trockneren und feuchteren (helleren bzw. dunkleren) Teile jeder dieser großrippelartigen Sandanwehungen wiedergegeben. Das Vorhandensein dieser Strukturen sowohl auf der Senkrechtaufnahme vom Sommer 1958 wie auf den Schrägaufnahmen vom Februar 1965 zeigt, daß sie in verschiedenen Jahren und Jahreszeiten, vielleicht sogar ständig hier vorhanden sind.

## e) Strandgebiet an der Westküste von Eiderstedt (Abb. 47a, b)

Dieser Bildausschnitt zeigt den am weitesten nach W bis an die freie Nordsee vorstoßenden Festlandsteil Schleswig-Holsteins. Er soll hier nicht in allen Einzelheiten beschrieben und gedeutet werden; doch wird auf folgende Einzelheiten aufmerksam gemacht:

Das Marschland von St. Peter-Ording wie das von Westerhever ist an seinen ungleichmäßig geformten und nicht geradlinig begrenzten Flurstücken als alt erkennbar. Demgegenüber hat der 1933/35 eingedeichte Tümlauer Koog (Mitte des rechten Bildrandes) rechtwinklige Ackerflächen.

Der Südrand des Luftbildes schneidet folgende Zonen (vom Deich beim Ortsmittelpunkt St. Peter-Dorf beginnend): a) ein etwa 800 m breites Vorland, welches infolge des reinen Sandbodens und des Süßwasseranteiles aus den Dünen, vegetationskundlich sehr interessant, mit anderen Vegetationseinheiten besetzt ist als die übrigen Marschländer und Halligen der Westküste, sogar *Empetrum* und *Salix repens* enthält; b) eine ebenso breite, mehr oder weniger schlackige Prielsenke, welche c) den hochwasserfreien Außensand (Badestrand) vom Festlande trennt; d) vor diesem eine 200 bis 300 m breite Strandrinne und jenseits derselben e) eine niedrigere vorgelagerte Sandbankzone bis zum tiefen Wasser hin.

Nach Norden hin fasert sich diese vorgelagerte Zone cirrusartig auf. Sie schüttet die Prielarme, welche aus der Tümlauer Bucht (zwischen Westerhever und Ording) kommen, an ihren Mündungen weitgehend zu.

Vor dem Deich von Westerhever liegt der etwa 3 km lange, 1 km breite *Westerheversand* mit der Leuchtturmwarf und einem Ringdeich als Schutzort im Südteil. Von da nach Westen erstreckt sich noch eine etwa 3 km breite Sandwattzone bis zu einer von Ebbe- und Flutstrom ge-



bildeten und durchbrochenen Sandbank. Welche Sandzonen hochwasserfrei sind, vermag man aus dem Luftbild nicht genau zu erkennen. Die beiden hellsten Sandflecke – westlich vom Leuchtfeuer Westerheversand am Vorlandrande und weiter draußen – liegen nicht, wie man vermuten könnte, über MThw.

Der Vergleich der beiden Luftbilder von 1938 und 1958 soll hauptsächlich die Veränderungen im Bereich der Tümlauer Bucht und des Westerheversandes erkennen lassen. Hinsichtlich der tiefliegenden vorgelagerten Sandbänke und Riffe von Ording-St. Peter ist der Luftbildplan von 1938 nicht in allem vergleichbar, da wohl nicht so viele Einzelheiten im Niedrigwasserbereich darauf zu sehen sind wie im Bild von 1958. Doch ist deutlich, daß die Breite des hochwasserfreien Sandes in den 20 Jahren z. B. bei der Badebrücke von St. Peter um etwa 150 m abgenommen hat, daß dafür aber vor ihr sich eine fast 1 km breite, bei Niedrigwasser freiwerdende vorgelagerte Bankzone aufgebaut hat.

#### f) Tertius-Sand (Abb. 48, 49)

Der Tertius ist ein Sand mit sehr markanter Lage und Gestalt; beides tritt auf dem Luftbild besonders deutlich hervor. Dort, wo 10 km westlich von Büsum *Norder-* und *Süderpiep* sich gabeln, liegt dieser hochwasserfreie Außensand. An ihn sind 3 (im Norden) bis 6 (im Süden) km lange, seewärts nach Westen gerichtete Sandschwänze angelagert. Um dies in allen interessanten Einzelheiten zu erkennen, ist das Luftbild – in Verbindung mit Karten und mit Geländebeobachtungen – erstrangig wichtig und unerlässlich. Die Karten allein (Seekarte und Wattkarte) können jedenfalls nur die groben Umrisse dieses Gebildes, nicht seine ganze lebendige Gestalt zeigen. Das möge die nachfolgende Darlegung dieses Sandes verdeutlichen.

Die hochwasserfreie Fläche ist offenbar nicht immer vorhanden gewesen. Auf der Seekarte um 1900 ist als „Tertius“ nur eine im Gezeitenbereich liegende Wattfläche eingetragen, welche nach Westen hin schon – ähnlich wie heute – zwei Zipfel ausstreckt und nach Osten hin in die (heute nicht mehr vorhandene) „Mittelplate“ übergeht. – Vergleichsweise sei erwähnt: Der Buschsand lag damals hochwasserfrei, der Blauortsand dagegen nicht. Ob dieses Vorhandensein oder Nichtvorhandensein so wechselnd ist, wie WRAGE (1958) annimmt, soll hier nicht ausführlich diskutiert werden. WRAGE ist anscheinend bei Sandplatten von der Art des Tertius- und Blauort-Sandes der Meinung, daß „eine Sturmflut sie über MHW aufgehöhht oder eine andere überflutende Wassermasse sie darunter abgeschwemmt“ haben kann. Nach den Beobachtungen an isolierten Außensänden (Tertius, Blauort, Süderoog-, Norderoog-, Jap-Sand) sind diese über längere Zeiträume – jedenfalls Jahrzehnte – in diesem Randgebiet des Wattenmeeres stets vorhanden. Es ist allerdings dennoch nicht angebracht, sie als „Inseln“ zu bezeichnen, da sie eben – unbewachsen, wie sie sind – doch Zwischenstadium zwischen Sandplate und Insel sind. Neue Entwicklungen, Aufkommen von bewachsenen Primärdünen, wie sie außer auf dem Buschsand auch auf dem Kniepsand neuerdings zu beobachten sind, deuten ebenfalls auf die Veränderlichkeit solcher Gebilde hin und verwischen die Begriffsgrenzen. – Die *Süderpiep* war um 1900 eine schmale, flache, schlecht zu befahrende Rinne.

Auf der Seekarte von 1922 ist die mehrzipfelige Gestalt schon vorhanden. Die Mittelplate ist verschwunden. Doch ist noch nichts Hochwasserfreies verzeichnet (wohl aber auf Blauort).

Auf dem ersten Luftbild – von 1938 – ist der hochwasserfreie Sand von U-förmiger Gestalt vorhanden. Diese Form ist auf die topographischen Karten auch der Nachkriegszeit übernommen worden, obwohl sie sich nun schon längst wieder verändert hat. Jener Sand der 30er Jahre umschließt auf seiner Ostseite ein offenbar schluffiges Watt, ein typisches „Beckenwatt“ nach WRAGE (1930). Es entwässert durch einen im Luftbild sehr deutlichen, verästelten Priel nach



Nordosten hin. Darin ähneln die Verhältnisse sehr denen an der Nordspitze des Buschsandes, wo gerade in den letzten Jahren die Spitze nach Osten umbiegt und das Beckenwatt mit Priel immer schärfer abgegrenzt wird.

Auf dem Luftbild von 1958 – also 20 Jahre später – ist diese U-Form wieder halb zerstört, und zwar ist ihre Südhälfte verschwunden. Das Wattbecken ist von Westen, vom Hochsand her, mehr oder weniger zugeschüttet. Die Süderpiep hat den Sand in einer scharfen, Nordost-Südwest verlaufenden Kante angeschnitten.

1966 ist die hochwasserfreie Fläche zu einem elliptischen Teller zusammengeschmolzen. Die Lage des ehemaligen Beckenwattes ist nur noch durch eine feuchtere (dunklere) Zone im Ostteil angedeutet.

Die drei Stadien 1938, 1958, 1966 sind in Abbildung 48c übereinandergezeichnet. Man erkennt dadurch die Lagebeziehungen und Veränderungen. Man sieht 1. daß die Nordkante (an der *Norderpiep*) fast völlig unverändert geblieben ist; 2. daß dagegen die Südkante offenbar kontinuierlich abgeschnitten worden ist (was andererseits mit einer Verbreiterung und teilweise auch Vertiefung der Süderpiep verbunden ist – nach der Seekarte); 3. daß das Wattbecken verschwunden ist, und zwar dadurch, daß der hohe Sand vom Wasser und – vielleicht noch mehr – vom Wind darüberschüttet wurde. Der hochwasserfreie Sand hat also seine Form verändert, er ist kleiner geworden, und er ist nach Osten gewandert. Diese Ostwanderung zeigt sich auch daran, daß die verschütteten Schluffschichten des Wattbeckens jetzt schon an der Westseite des Sandes wieder zutage kommen (Geländebegehung am 30. 9. 1968 und Abb. 49, zwei schwarze Striche an der Sandkante rechts im Bild). Die kontinuierliche Verlagerung der MTnw-Linie am Südostrand des Tertius ergibt sich aus der jeweiligen Entfernung des Baken-Seezeichens von dieser Wasserlinie:

1958 (Luftbild)	– 450 m landwärts der MTnw-Linie
1962 (Meßplan)	– 280 m landwärts der MTnw-Linie
1966 (Luftbild)	– 75 m landwärts der MTnw-Linie
1968 (Schätzung nach Schrägluftbild und Erdbild)	– 20 m seewärts der MTnw-Linie

Man kann mit Hilfe des Luftbildes durch Vergleich der verschiedenen Zustände sogar eine ungefähre Vorstellung davon bekommen, welche Sedimentmengen bei diesen Veränderungen erfaßt wurden. Aus der Rückwärtsverlegung der Uferböschung des Sandes ergibt sich rechnerisch: In der Zeit von 1966 bis 1968 wurden auf etwa 2 km Strandlänge ca. 120 000 m<sup>3</sup> Sand vom Südrand des Tertius abgeholt. Von 1958 bis 1966 wurden ebenda auf etwa 800 m Strandlänge ca. 1,5 Millionen m<sup>3</sup> abgetragen.

#### g) Sandbänke bei Trischen (Abb. 50–52)

In Abbildung 50 wird eine Übersichtsaufnahme der Sandbänke bei Trischen gegeben. Im Zentrum des Bildes liegt der Buschsand mit dem Hafenpriel und dem Spartina-Gebiet in der Mitte. Nach Südosten beginnt die Marner Plate. Gewaltig sind die Komplexe der Sandbänke, welche einerseits den Flackstrom im Norden der Marner Plate und andererseits das Neufahrwasser im Süden derselben begleiten oder sogar verstopfen. Die Aufnahme spricht für sich. Im Flackstrom liegen die Bänke zur Hauptsache in Stromrichtung. Die S-förmige Bank, ebenso wie die doppel-S-förmige südwestlich des Buschsandes, „Trischensteert“ genannt, zeigen ihre Entstehung durch die Wechselwirkung von Flut- und Ebbestrom. Besonders beim Trischensteert lassen die scharfen Uferkanten erkennen, daß heftige Strömungen hier vorbeiziehen.



Westlich der Mitte des Buschsandes liegt das von GIERLOFF-EMDEN (1961) größer abgebildete und erläuterte Außenwatt.

Die in Abbildungen 51 und 52 gezeigten Bänke liegen im Nordteil des Bildes. Abbildung 51 zeigt drei merklich voneinander abgesetzte Bezirke der Bank: 1. Die beiden linken Drittel werden eingenommen von einem nahe dem MTnw-Niveau gelegenen, durch flache, mehr oder weniger parallele Wasserrinnen und Pfützen auch zur Niedrigwasserzeit „amphibischen“ Sandwatt. 2. Das rechte Drittel der Bank liegt etwas höher, trocknet mehr ab (hellere Tönung), es sind nicht so viele Wasserrinnen vorhanden. 3. Die relativ steile und scharfe Sandkante am Vorderende der Bank ist die bei Niedrigwasser trockenste Zone, der Sand leuchtet hell.

Abbildung 52 gibt einen Begriff von den Grenzzonen einer solchen vor der offenen See liegenden Sandbank, die nur für kurze Zeit bei Niedrigwasser an die Luft kommt. Die am rechten Bildrande soeben noch über Wasser ragenden Großrippeln setzen sich nach links hin unter Wasser fort. An ihren Buckeln brechen sich die Wellen; der Schaumgisch wird vom Wind um die Brecher herum ausgebreitet.

## 6. Besondere Einzelercheinungen

### a) Veränderlichkeit kleiner Priele (Abb. 53, 54)

Das Bild der Ränder von Wattflächen nach den großen Prielen und Wattströmen hin wird, wie aus manchen Beispielen zu ersehen war, bestimmt durch eine große Zahl kleiner paralleler mäandernder Rinnen mit einem gegenseitigen Abstand von etwa 15 bis 50 m und einer Länge von oft nur 50 bis 200 m. Wenn auch deren starke Veränderlichkeit schon dem Luftbild nach vermutet werden kann, so sind doch beispielhafte genauere Angaben über die Bildung und Veränderung am Platze, um eine der Wirklichkeit entsprechende Vorstellung von solchen Vorgängen zu bekommen. Eine solche Schilderung wird deshalb hier gegeben.

Diese kleinen Rinnen sind Gebilde, welche durch den Abfluß des Wassers von der Wattfläche entstehen. Gewiß nimmt auch das Flutwasser in ihnen seinen Weg, es ist aber weniger auf sie allein angewiesen, da es in breiter Front den Wattrand berührt. Das Ebbewasser dagegen schafft sich aktiv solche Rinnen während der Zeit, wo sich das Wasser von der Wattfläche zurückgezogen hat. Die Wattoberfläche ist nicht ganz eben, deshalb bilden sich Stellen stärkeren und Stellen geringeren Wasserabflußdruckes. Von pfützigen Stellen aus beginnt die Bildung kleiner Erosionsrinnen. Sie wird eventuell durch die Windwirkung verstärkt oder abgeschwächt.

Das abfließende Wasser muß aber nicht in jedem Falle Seewasser sein, Restwasser von der Zeit der Wasserbedeckung her; es kann auch – etwa nach vollständigem Abfluß dieses Ebberestwassers – Regenwasser sein. Und dieses Regenwasser kann die gleichen Rinnen bilden. Ein solcher Vorgang wurde am 30. 9. 1968 am *Bielshövensteert* (an der *Süderpiep*, südlich vom Außensand *Tertius*) beobachtet. Dort war das Ebbewasser, 5½ Stunden nach Hochwasser, im wesentlichen von der Wattfläche abgeflossen. Gegen das Fahrwasser hin lag eine relativ stark geneigte, ziemlich trockene Sandkante. Ein zu Beginn der Beobachtungszeit einsetzender stärkerer Regenschauer von ca. ½ Stunde Dauer brachte so viel Wasser, daß dieses nicht ganz versickerte, sondern nach einiger Zeit von der Wattfläche abzufließen begann. Prielwärts versickerten seine Spitzen zuerst noch im Randsand, etwa 4 bis 5 m vom Wasser entfernt. Doch nach einiger Zeit lief es über die ganze Breite des Sandhanges hinunter bis in das tiefe Prielwasser, und sofort begann die Umformung schon vorhandener und die Neubildung kleiner Abflußrinnen. Eine der 15 bis 20 m langen Rinnen (Abb. 53) z. B. ist bei Beginn der Beobachtung ca. 50 cm breit, nach 5 Minuten schon 1 m breit. Dabei geht eine ständige Veränderung der



Form des Bettes vor sich. Eine kleine Erosionsstufe weicht in 4 Minuten um 1 m rinnenaufwärts zurück, dann verwischt sie sich. Die Verbreiterung der Rinne erfolgt durch seitliches Besspülen der ca. 5 bis 8 cm hohen Kanten, Unterspülen und Abrutschen von Sandschollen von jeweils etwa 30 cm Länge und 10 cm Breite. Dieses Abgerutschte wird dann von dem vorbeistrudelnden Wasser sofort zerspült; der Sand wird abwärtsgeführt, und er lagert sich am Rande des tieferen Wassers zunächst in der glatten Fläche ab, die das untere Ende der Rinne auslöscht. Bald jedoch schneiden sich hier durch den Wasserdruck neue kleine Rinnen ein, welche sich rasch vertiefen. Stellenweise bleibt das Abgespülte auch nahebei liegen und verengt das Bett. Dadurch entsteht an der Stelle vermehrter Druck, es folgt neue Sekundärrinnenbildung. So greifen die verschiedenen Miniaturerscheinungen ineinander, bedingen sich, ergänzen sich oder heben sich in ihrer Wirkung auf. – Eine halbe Stunde später, 20 bis 25 Minuten nach Aufhören des Regens, als die Stelle erneut betrachtet wurde, war die eben beschriebene Rinne ausgetrocknet, der Regenabfluß hatte aufgehört. Der Vorgang der Rinnengestaltung hatte vorerst ein Ende. – Alle diese kleinen Regenrinnen hatten im Ursprungsgebiet die baumartigen feinen Verästelungen, wie man sie auch sonst bei Ebberinnen sieht (Abb. 54).

Die Veränderung der Kleinformen geschah in diesem Falle besonders schnell, weil es sich bei diesem Randstreifen um reinen Feinsand handelte. In schlickigeren Gebieten, wo die Sedi-mentteilchen bindiger zusammenhaften, geht die Abspülung und Zerspülung der Schollen nicht so schnell; doch sind das nur graduelle Unterschiede.

#### b) Wiedergabe der Siedlungen von Kieselalgen (Diatomeen) auf Luftbildern (Abb. 55–58)

Zu den meisten Zeiten des Jahres, maximal im Frühjahr und Herbst, minimal bei und nach Frostperioden und stürmischen Wetterlagen, sind auf vielen Stellen der Watten geschlossene Diatomeensiedlungen in den Ausmaßen von einigen m<sup>2</sup> bis zu Hektargröße vorhanden. Sie sind besonders auf feinkörnigen Sedimenten erkennbar und entstehen durch das dichte Neben- und Übereinander dieser einzelligen Kieselalgen, welche in einer Schicht von etwa  $\frac{1}{3}$  mm Dicke leben (KÖNIG 1962). Durch die goldbraunen Ölkugeln, welche als Reservestoff gebildet werden, und durch die grün-bräunlichen Farbkörper wird ihre Farbe bestimmt, ein Olivgrün oder Goldbraun, welches meist dunkler als das Sediment getönt ist. Die Diatomeensiedlungen treten daher im farbigen Luftbild durch ihre ganz besondere, von den anderen Farben des Watts abweichende Farbtonung hervor, im Schwarzweißphoto durch eine dementsprechende dunkle Grautönung.

Besonders dickschichtig sind diese Diatomeensiedlungen an den Prielrändern, in der Umgebung der vielen kleinen parallelen Rinnen. Doch kommen sie auch auf glatten Schluff- und Schlickwatten großflächig vor. Weniger deutlich sind sie meist auf Sandwatten zu sehen, da die Feinsandkörner des Watts im Vergleich zu den Diatomeenzellen so groß sind, daß kein so dicker geschlossener, fein-gallertiger Diatomeen-Überzug auf der Sandoberfläche entsteht. Zudem ähnelt ein goldbrauner Diatomeen-Belag, wie er gerade bei Arten des Sandwattes vorherrscht, in der Tönung mehr der Farbe des Sandes, als das bei der dunkleren Färbung der Schlickdiatomeen-Siedlungen auf dem mehr oder weniger grauen Untergrund der Fall ist.

Am 11. 10. 1968 konnte eine Reihe von vergleichbaren Schwarzweiß- und Farbaufnahmen von jeweils ein und derselben Stelle des Watts vom Flugzeug aus gemacht werden, Bilder aus etwa 200 m Höhe und aus 200 bis 400 m Entfernung mit verschiedenen Blickwinkeln und -richtungen. Die Abbildungen 55–57 geben einige markante Beispiele solcher Vergleichsaufnahmen. Sie zeigen – wie auch die übrigen, hier nicht veröffentlichten – allesamt auch auf den Schwarzweißbildern eine deutlich dunklere Tönung des Watts im Bereich der Diatomeensiedlungen.



Die Grenzen der einzelnen Diatomeenflecken und -flächen sind aus dieser Entfernung auf den Lichtbildern klar zu umreißen. Auf den Aufnahmen beim Anflug auf Helmsand ist erkennbar, daß diese Dunkeltönung sowohl bei dem flachen Blickwinkel bei größerer Entfernung (etwa 500 m) wie auch bei steilerem Blickwinkel bei geringerer Entfernung (etwa 200 m) in gleicher Intensität vorhanden ist.

Wie wechselhaft diese Erscheinungen sein können, mag als Beispiel die Betrachtung desselben Wattgebietes vor Helmsand vier Wochen später, am 15. 11. 1968, zeigen. Da war bei einer *Wattbegehung* von diesen auffälligen Flecken nicht eine Spur zu sehen. An dem Tage wehte Ostwind von Stärke 5 Bft., nachts und am Tage war leichter Frost (das Watt begann zu vereisen) bei hellem Sonnenschein ohne Wolken. Die Wattoberfläche an der langen Buhne (s. Abb. 59) und an anderen, sonst dicht von Diatomeen besiedelten Stellen war mit einer feinen Schlickschicht bedeckt. Die Diatomeen waren hierdurch wohl teils zugedeckt, teils weggeschwemmt.

Die Diatomeensiedlungen können nach dem Grad der Grautönung durchaus den feuchten Flächen ähneln oder gleichen. Wie sind sie dann aber auf dem Luftbild zu unterscheiden? Ein Unterschied zwischen feuchten Wattflächen ohne Diatomeen und Diatomeenflecken liegt oft darin, daß die Diatomeenflecken unregelmäßig und ohne genaue Anlehnung an die Prielen vorhanden sind, daß dagegen die Grenzen der durch Feuchtigkeit verdunkelten, unbesiedelten Wattflächen an Prielen ziemlich genau dem Prielverlauf parallel gehen, die Feuchtzonen also Prielrandzonen bestimmter, von Bodenart, Prieltiefe, Wasserstand u. ä. Faktoren abhängiger Breite sind.

Die Diatomeensiedlungen sind im allgemeinen natürlich nur auf den Luftbildern großen Maßstabs (etwa 1:10 000 und größer) als erkennbar zu erwarten, da sie eben oft nicht in Hektargröße vorkommen. Doch machen sie unter den genannten Bedingungen und Voraussetzungen markante Einzelercheinungen eines Wattleuftbildes aus.

#### c) Seepocken im Luftbild (Abb. 59, 60)

Abbildung 59 zeigt eine Buhne bei Helmsand, welche durch ihre helle Farbe vom Watt absticht. Diese helle Tönung ist nicht durch die Färbung der Bühnensteine, etwa hellen Granit, bedingt; denn das Steinmaterial ist hier dunkel (Granitvarianten, Basalt). Sie rührt auch nicht von Lichtreflexen an feuchter Stein- oder Schlickoberfläche her; denn die Bühnenoberfläche war zur Zeit der Aufnahme höchstwahrscheinlich ganz trocken (Niedrigwasserzeit bei schönem Wetter). Die helle Färbung ist verursacht durch die dichte Besiedlung mit Seepocken. Auf Abbildung 60 sind diese dargestellt an einer Stelle, welche nicht die maximale Dichte der Tiere an dieser Buhne aufwies. Es sollte hier, wo die einzelnen Tiere meist noch etwas voneinander getrennt sind, gleichzeitig gezeigt werden, daß es sich weniger um die Art *Balanus balanoides* handelt (die älteren Exemplare), sondern vorwiegend um die seit Anfang der 50er Jahre in der Deutschen Bucht aufgetretene, aus Australien stammende (KÜHL 1954) Art *Elminius modestus*, welche ich seit 1956 aus der Meldorfer Bucht kenne. Ältere Seepockensiedlungen sind bei röhrenartiger Entwicklung der Einzeltiere, durch Zwischenlagerung von Schlick zwischen den Kalkpanzern, oft von ähnlicher Schlickfarbe wie das benachbarte Watt. In jungen Kolonien aller hier vorkommenden Arten aber, wie im vorliegenden Fall, haben alle Einzeltiere ihre porzellanhelle Tönung sauber erhalten. Dadurch ergibt sich der Eindruck „Weiß“ für den ganzen Besiedlungskomplex.



## d) Der Einfluß des Gegenstandswinkels auf die Grautönungen im Luftbild (Abb. 61–69)

In den Abbildungen 62 bis 67 sind einige Beispiele gegeben von dem Einfluß des Gegenstandswinkels auf die Grautönungen in den Luftbildern. Unter dem Begriff „Gegenstandswinkel“ sei der Winkel verstanden, unter welchem ein Einzelgegenstand (innerhalb eines von der Kamera erfaßten Gesamtbildes) vom Flugzeug aus erscheint. Auf Abbildung 61 ist es der Winkel bei „A“ ( $\cong 53^\circ$ ). Wenn von „Senkrechtaufnahmen“ gesprochen wird, so heißt das auch nicht annähernd, daß alle Punkte eines Bildes unter einem Gegenstands-Winkel von  $90^\circ$  aufgenommen wurden. Je höher das Flugzeug sich befindet und je kleiner der Bildwinkel ist (auf Abb. 61 Winkel A-Fl-B), desto geringer wird die Abweichung des Gegenstandswinkels von  $90^\circ$ . Aber bei den für die Wattbefliegung normalen Flughöhen ist der Bildwinkel viel größer. Das ergibt sich aus Abbildung 61. Hier liegen die tatsächlichen Werte des erfaßten Bildraumes und der Flughöhe zugrunde, welche für die Abbildungen 62 bis 67 gelten. Die Kantenlänge der Originalluftbilder (ca. 6 km in der Landschaft ausmachend) ist beträchtlich größer als die Flughöhe (ca. 3,67 km). Aufnahmezeit war an dem betreffenden Tage etwa 10.15–10.35 Uhr, also eine relativ kurze Zeitspanne, innerhalb welcher die Änderung des Sonnenstandes keine wesentliche Rolle spielte. Die Sonne stand im Südsüdosten unter einem Winkel von ca.  $45^\circ$ . Alle Wasserflächen, welche in der Südostecke des Bildes liegen (nahe B von Abb. 61 und Abb. 68), reflektierten daher das Licht fast direkt in das Photo-Objektiv; sie erscheinen deshalb blendend weiß. Das ist zu sehen bei den Objekten Abbildung 62 = a' von Abbildung 68<sup>4)</sup> (Speicherbecken Schlüttsiel), Abbildung 63 = b' von Abbildung 68 (Watt vor der Hamburger Hallig), Abbildung 64 = c' von Abbildung 68 (Umgebung der Hallig Habel). Das Wasser um Habel herum blendet so stark in die Kamera, daß der Halligumriß besonders an der Südostecke stark überstrahlt ist. Sobald die Kamera aus dem Reflexionsbereich heraus ist (schon bei der Lage Abb. 65 = b und Abb. 66 = c''), erscheinen die Tönungswerte in normaler, der Natur entsprechender Abstufung. Um so mehr ist das der Fall, wenn sie nahe dem Nordrande liegen (bei A in Abb. 68 bzw. Abb. 67 = a und Abb. 68 = c).

Auf der gleichen Ursache der verschiedenartigen Reflexion infolge Verschiedenheit des Gegenstandswinkels beruht höchstwahrscheinlich auch die Helldunkel-Verteilung auf Abbildung 74c bzw. ihre Umkehr auf Abbildung 74d (Watt bei der Grünen Insel).

In allen geschilderten Fällen sind bei diesen unterschiedlichen Auswirkungen von verschiedenen Gegenstandswinkeln reflektierende Flächen – im Watt also meist Wasser – Mitbedingung. Trockener Sand ist hell, einerlei aus welcher Richtung man ihn bei bestimmtem Sonnenstand betrachtet. Reflektierendes Wasser muß aber nicht in seartig großer offener Fläche vorhanden sein; schon das Zwischenraumwasser im wassergesättigten Sediment und winzige Pfützchen, wie sie etwa auf dem Sandwurm-Watt in den Trichtern und zwischen den Häufchen und Rippeln in unzählbarer Menge vorhanden sind, genügen als Reflexflächen.

Nach dieser Beschreibung der Reflexerscheinungen ist auch auf Beispiele von *fehlender* Reflexion hinzuweisen. Zum Beispiel das Originalbild für Abbildung 33, welches in ganzer Ausdehnung bei VOIGT (1965) veröffentlicht ist und welches mir bei meinen Ausarbeitungen ebenfalls vorliegt, zeigt an keiner Stelle der Watt- und Wasserflächen irgendwelche Reflektionshöfe. Es ist mit dem gleichen Aufnahmematerial photographiert worden wie die Bilder der Serie zu Abbildungen 62–67. Reflexstellen müßten angesichts der Aufnahmezeit (11.48 Uhr) genau im Süden liegen. Sie müssen aber fehlen, weil am Aufnahmetag (5. 11. 1962) die Sonne auch

<sup>4)</sup> Auf Abbildung 68 ist eingetragen, wie die einzelnen Objekte – a = Speicherbecken, b = Watt vor der Hamburger Hallig, c = Umgebung der Hallig Habel – auf den einzelnen Originalaufnahmen liegen.



bei der Kulmination so niedrig stand, daß der Reflex von spiegelnden Flächen nicht in das Photo-Objektiv traf (Abb. 69).

Der Gegenstandswinkel kann wegen der Lichtreflexion sicher auch eine wesentlich hindernde Rolle spielen beim Erkennen von verschiedenen getrübbten Wasserkörpern, wie sie GIERLOFF-EMDEN (1967) bespricht. Besonders bei solchen, wenn auch deutlich, aber doch zart getönten Wiedergaben kommt es auf geeigneten Lichteinfall und geeignete Blickrichtung an.

Lichtreflexe spielen also auch bei der Senkrechtaufnahme auf den Wattflächen und auf ruhigen Wasserflächen unter gewissen Umständen eine wichtige Rolle. Fast immer ist das ferner der Fall bei den Wellen der Priele bei windigem Wetter. Sie ergeben die im Abschnitt 4. i, Abbildung 28a erwähnte helle Wellenmarkierung.

Besser erkennbar wird diese Auswirkung der Richtung der Sonnenstrahlen bei Schrägaufnahmen ein und derselben Fläche aus verschiedenen Richtungen. Als Beispiel hierfür werden Abbildung 70 und Abbildung 71 gebracht. Sie zeigen Aufnahmen von locker verteilten Spartina-Horsten am Rande des Vorlandes bei Süderhöft (St. Peter, Kreis Eiderstedt); Aufnahmedatum 23. 2. 1965, gegen 10.30 Uhr; Aufnahmehöhe etwa 200 m. Bei beiden Bildern handelt es sich um dieselben Pflanzenhorste. Das ist erkenntlich an den besonders markierten, dem ringförmigen Horst „a“ und der Gruppe „b“. Abbildung 70 wurde schräg *gegen* die Sonne, Abbildung 71 schräg *mit* der Sonne aufgenommen. Dadurch entstehen ganz verschiedene Kontrastwirkungen. Die Feinheiten des Bodenreliefs, besonders die kleinen flachen Rinnen und Pfützen zwischen den Pflanzenhorsten, sind auf der Gegenlichtaufnahme kaum, auf der anderen dagegen deutlich zu sehen. – Die weißen Säume an den Rändern der kleinen Rinnen und zum Teil auch auf dem nackten Watt davor sind übrigens keine Reflexerscheinungen oder heller Sand, sondern frische Eisbildungen; es herrschte an dem Vormittag von der Nacht her leichter Frost. Abbildung 72 zeigt kartenmäßig die geschilderte Situation.

#### e) Verschiedene Abbildungsmaßstäbe, Bildgröße auf den Photos (Abb. 70–73)

Abbildung 70 und Abbildung 71 und gleichfalls die unter den gleichen Bedingungen aufgenommene Abbildung 73 zeigen außer dem im vorigen Abschnitt Gesagten noch die Auswirkung der verschiedenen Bildmaßstäbe. Auf dem 1:25 000-Bild, das einem Objektstand von 5000 m entspricht, lassen sich Objekte von weniger als 10 m Größe nur an Stellen mit starken Kontrasten oder wegen ihrer charakteristischen Form (Großrippeln am Wasser, Priele) genau erkennen. Auf den Wattflächen mit gleichmäßiger Tönung ist das oft nicht mehr möglich; da werden auch viele beträchtlich größere Objekte undeutlich. Bei einem Objektstand von 200 bis 300 m (wie bei den abgebildeten Schrägaufnahmen) dagegen sind schon Pflanzenhorste von 1 bis 5 m Durchmesser gut abgebildet. An der Vorlandvegetation von Abbildung 73 kann man nach dem hohen, filzig wirkenden Wuchs sogar mit einiger Sicherheit sagen, daß es sich um Strandquecke (*Agropyrum littorale*) oder/und um Roten Schwingel (*Festuca rubra littoralis*) handelt. Außerdem zeigen erst die Schrägaufnahmen, daß im Watt auch Relief, Räumlichkeit vorhanden ist, da schon die 1 bis 2 dcm hohen Grünlandkanten und die Spartina-Horste im Watt, welche bei diesem Winterzustand auch nicht höher sind, Schatten werfen.

Die Auswirkung des Abstandes auf die Erkennbarkeit von Objekten soll noch anhand des Beispiels Trischen besprochen werden. Nach dem Kontaktabzug dieses Gebietes von 1958 (Flughöhe 4000 m, Brennweite  $f = 20$  cm, Maßstab 1:20 000) ist beispielsweise am Hafenpriel die Prieltrecke von einem Hauptseitengraben bis zum nächsten (= 400 m in der Natur) auf dem Bild 2 cm lang. Danach ist folgende Tabelle aufzustellen:



Für Objekt von 400 m Länge in Natur							
Objektiv- brennweite f	Abstand Flugzeug- Gegenstand	Bildgröße auf Photo	Objektiv- Brennweite f	Bildgröße auf Photo	Abstand Flugzeug- Gegenstand	Bildgröße auf Photo	
20 cm	4000 m	2 cm	400 m	20 cm	200 m	40 cm	
10 cm	4000 m	1 cm	400 m	10 cm	200 m	20 cm	
5 cm	4000 m	0,5 cm	400 m	5 cm	200 m	10 cm	
3,5 cm	4000 m	0,35 cm	400 m	3,5 cm	200 m	7 cm	

Auf 200 m (mein durchschnittlicher Flugabstand) sind auf der 5fachen Vergrößerung einer mit 3,5-cm-Objektiv gemachten Aufnahme (entspricht also  $f = 18$  cm) Möwen noch klar als „weiße Vögel“ zu erkennen (Spannweite von Silbermöwe und Sturmmöwe ist 1 bis 1,5 m). Das entspricht obiger Tabelle, wonach bei  $f = 20$  cm eine Strecke von 400 m Länge in Natur auf dem Photo 40 cm groß abgebildet wird. Die fliegenden Möwen haben also auf dem Photo eine Größe von ca. 0,5 mm. Die Deutung ist in diesem Fall – weißer Gegenstand auf buntem oder grauem Hintergrund – selbst bei nicht optimalen technischen Merkmalen der Photos hinsichtlich Auflösungsvermögen des Objektivs und Körnung der lichtempfindlichen Bildschicht einwandfrei möglich.

#### f) Einzelheiten im Luftbild der Eider bei der Grünen Insel (Abb. 74a–d)

Dieses Wattgebiet wird unter diesem Abschnitt eingeordnet, da sich daran mehrere Phänomene von allgemeinerer Bedeutung demonstrieren lassen. Das Mündungsgebiet der Eider ist durch den Bau des Abschlußdammes Hundeknöll–Vollerwiek jetzt sehr in das Blickfeld der Öffentlichkeit gerückt. Es ist zuerst durch WOHLBERG (1931) ausführlich dargestellt worden. Von den zuständigen Dienststellen werden nun laufend Untersuchungen der derzeitigen Zustände und Veränderungen aller Art gemacht (siehe z. B. SINDERN/KATHAGE 1966, PETERSEN 1967). Im Rahmen der vorliegenden Arbeit sollen von diesem Raum deshalb nur einige Bildausschnitte aus verschiedenen Zeiten gegeben werden, bei welchen auf die Vorgeschichte des Gebietes, auf die teils starken, teils geringen Veränderungen in den letzten 30 Jahren sowie auf einige Einzelheiten der Wattwiedergabe im Luftbild hingewiesen wird.

Die Luftbilder von 1935, 1938 und 1958 (Abb. 74a–c) zeigen im Nebeneinander die *starke Veränderung* der Wattbänke und der Stromrinne in diesem Raum. Das Bild von 1935 schließt an die halbschematische Darstellung der „Wanderung der Grünen Insel“ bei WOHLBERG (1931) an. Diese Insel ist später nicht mehr weitergewandert, sondern hat ihre Lage und Form behalten. Einerseits wurde durch natürliche Verlandung und Durchdämmung der Priel *Hundeloch* geschlossen. Damit verband sich auch die Grüne Insel mit dem deichwärts gelegenen Vorland. Dieser Priel ist immerhin auf allen vier Luftbildern noch zu erkennen. Mit seiner Lahmlegung wurde zugleich ein Teil der Erosionskraft in dem Eiderarm geschwächt, welcher bis dahin an dem Südostufer der Grünen Insel nagte. Er verlandete. Man sieht, wie in den drei Jahren von 1935 bis 1938 am Hauptbett der Eider vor der Grünen Insel sich ein schmaler Wathaken an der Südwestecke der „Tönninger Plate“ zu einer – zunächst noch isolierten – größeren Wattbank erweitert hat. Die vorher steile Nordwestkante der Plate ist flach geworden. Der frühere größere Haken an der Dithmarscher Seite dieser Plate dagegen ist im Schwinden. 1938 liegt hier nur noch ein isoliertes Wattinselnchen. Die Zwischenschritte bis 1958 sind nicht luftbildmäßig belegt. 1958 ist die Versandung des früheren Eiderhauptstromes längst vollzogen. Vor der Grünen Insel breitet sich eine 1 km breite Wattfläche aus.

Dieser starken Veränderung der *Eider* selbst stehen – beim Vergleich der Zustände von 1938 und 1958 – geringe Veränderungen im Verlandungsbereich gegenüber. Zwar ist der Priel,



der das Wasser bei Schülperneuensiel aus dem Dithmarscher Binnenlande in die Eider führt, inzwischen wegen seiner Rolle als Vorfluter begründet worden. Aber die natürlichen Vorlandpriele daneben haben sich in den 20 Jahren nicht verändert. Lediglich das Grünland ist infolge der Landgewinnungsarbeiten etwas eiderwärts gewandert.

In bezug auf die Ursache für verschiedene Watt-Tönungen auf der Photographie sind die beiden Abbildungen 74c und 74d sehr aufschlußreich (siehe auch Deckblatt zu Abbildung 74c). Bei den drei kleinen Prielsystemen a, b, c östlich der Grünen Insel sieht man im Vergleich der beiden Aufnahmen, daß 1. die Priele mit ihren Nebenästchen sich im Laufe der 25 Monate fast nicht verändert haben, daß 2. die Hell-Dunkel-Verteilung der Grautönung bei beiden Bildern genau umgekehrt ist. 1958 sind die Prielränder dunkel, die dazwischenliegenden Wattstücke hell; 1960 sind die Prielränder hell, die dazwischenliegenden Wattstücke dunkel. Morphologisch hat sich nichts geändert, die Tageszeit ist ähnlich, beide Aufnahmen sind zur Niedrigwasserzeit gemacht worden. Die umgekehrte Tönung ist durch Feuchtigkeitsunterschiede bedingt. Der Grund hierfür ist nicht aus den – bekannten – meteorologischen Verhältnissen ableitbar (Windrichtung und -geschwindigkeit). Die ziemlich gleichmäßige Breite des Prielrandes und die Jahreszeit machen ferner unwahrscheinlich, daß die Dunkeltönung durch Diatomeensiedlungen bedingt ist, denn diese entwickeln sich meist in schmalen und unregelmäßigeren Komplexen als geschlossene Decke entlang den kleinen Rinnen; und außerdem ist der Juli nicht die Zeit ihrer Maximalentwicklung. Die Lösung des Rätsels liegt in der vorhandenen bzw. fehlenden Reflexion feuchter Wattflächen. Das im Abschnitt 6. d Abgeleitete kann hier angewendet werden. Im Bild von 1960 liegen diese kleinen Priele vermutlich alle nicht im Südbereich des Originalfliegerfilms; es hat also keine Reflexion in das Photo-Objektiv stattgefunden. Das Luftbild von 1958/59 (Abb. 74c) ist bei der Entzerrung aus mehreren unregelmäßigen Teilstücken zusammengesetzt worden, welche teils am 20. 7. 1958, teils am 2. 4. 1959 aufgenommen wurden. Die Verteilung dieser Stücke auf dem Bild ergibt sich aus dem Deckblatt. Man sieht, für die Priele a, b, c ist ein Teilstück vom 20. 7. 1958 genommen worden. Sie müssen im Südostquadranten des betreffenden Bildes gelegen haben. Von hier aus reflektierten die nassen Wattflächen zwischen den Prielen das Licht blendend hell in das Objektiv. Von den trockeneren Prielrandgebieten her war das nicht der Fall; diese erscheinen deshalb dunkel. Dagegen muß das benachbarte Bildstück mit dem Priel b, aufgenommen am 2. 4. 1959, außerhalb des Reflexionsbereiches im betreffenden Fliegerbild gelegen haben. Die trockeneren Prielränder sind hier hell, die zwischenliegende Wattfläche ist feucht und dunkel (so wie üblich). Hier ist also die gleiche Verteilung von Hell und Dunkel um die Priele herum wie bei dem Bild von 1960. – Auf der Dithmarscher Seite ist dieses Phänomen ebenfalls zu sehen. Das Vorland beiderseits von Schülperneuensiel ist durch zwei Bildteilstücke vom 2. 4. 1959 dargestellt. Das Gebiet westlich dieses Entwässerungsprieles und dessen östlicher Nebenbereich bis nach der östlichen Grenze dieses Teilstückes zeigen keine Reflexionserscheinung. Dagegen sind auf den nordöstlich anschließenden Teilstücken die baumförmig geordneten Vorlandpriele und das gruppierte Watt vor der Vorlandkante grell hell. Sie haben im Reflexionsbereich des betreffenden Originalluftbildes gelegen<sup>5)</sup>.

#### g) Unterschiedliche Veränderungen in den verschiedenen Wattzonen

Zum Abschluß der Einzeldarstellungen soll noch einmal allgemeiner auf den besonderen Wert des Luftbildes für die Erfassung der Veränderungen im Wattgebiet hingewiesen werden.

<sup>5)</sup> Das Problem des „unterschiedlichen Lichteinfalles bei der Aufnahme“ wird, wie sich nachträglich bei der Literaturdurchsicht ergab, auch von RÜPKE (1966) kurz angesprochen, ohne daß nähere mathematische Erörterungen angeschlossen werden. Er bezieht sich dabei auf Bildbeispiele aus dem Eiderwatt unterhalb des hier behandelten Abschnittes.



Diese Veränderungen sind in den einzelnen Wattgebieten sehr unterschiedlich. Doch läßt sich gerade mit dem Luftbild, das alle Einzelheiten und besonders die klaren oder diffusen Übergänge zwischen Watt und Wasser zeigt, eine Abnahme der Stabilität der Wattformen vom Verlandungsgebiet am Festland nach den seewärtigen Randbezirken des Wattenmeeres hin erkennen.

Oberhalb des regelmäßigen Tideeinflusses, auf den *Vorländern* und *Halligen*, bleiben Rinnensysteme und Pfützen, soweit sie nicht künstlich verändert werden, über lange Zeiträume erhalten (siehe Abschnitte 3a, b, c).

Ähnlich ist es auch im *Verlandungsbereich*. Hier gibt es allerdings heute nicht mehr viele Beispiele, wo die Verlandung ganz nach der freien natürlichen Entwicklung abläuft; denn meist sind diesen Bezirken durch Lahnungsbau und Entwässerungsanlagen bestimmte Entwicklungslinien vorgezeichnet (siehe Abschnitt 2. b, d). Diese werden nicht selten bei Änderung der Bauplanungen mehr oder weniger stark verändert. Ein deutliches Beispiel der natürlichen Beharrungstendenz im Verlandungsgebiet ist Trischen, allerdings in dem speziellen Vegetationsaspekt „Spartina-Gebiet“. Die Priele und Rinnen, welche sich bei dessen Entstehung seit Anfang der 30er Jahre als Be- und Entwässerungssystem gebildet haben, haben sich nach Verdichtung des Spartina-Bestandes über die letzten 30 Jahre nahezu unverändert gehalten; sie haben sich nur, entsprechend dem Vordringen von Spartina, wattwärts verlängert.

Im *freien Watt* sind Verlagerungen der Priele von 100 oder mehreren 100 m im Laufe von zwei Jahrzehnten die Regel. Dennoch bleiben die Prielsysteme als Gesamtheiten in einem Wattgebiet erhalten. Sie haben deshalb unter den Fischern und Schiffen großenteils sogar bestimmte Namen, welche nicht nur auf die Nachbarschaft von Orten u. ä. hinweisen („Wesselburener Loch“) oder an ein besonderes Ereignis, etwa den Untergang eines Schiffes, erinnern (so wahrscheinlich das „Pottschiffloch“ an der Marner Plate), sondern öfter sogar bestimmte hydrologische Besonderheiten bezeichnen („Schell-Legde“ bei Büsum am Bielshöven-Sand, weil sich dort wohl größere Schillablagerungen finden). So bleiben sehr markante Wattgebilde wie die Marner Plate, der Bielshöven-Sand, die Pellwormer Plate über so viele Jahrzehnte sehr ausgeprägt in ihrer „individuellen“ Form, daß man oft schon die Vergleichsmessung mit dem Luftbild zu Hilfe nehmen muß, um ihre Veränderungen genauer zu bezeichnen.

Die *Sandbänke in den oberen Abschnitten der großen Wattströme* nach dem Festlande zu verändern sich zum Teil erstaunlich wenig. Das ist besonders im nordfriesischen Bereich der Fall. Als Beispiel hierfür werden die Sandbänke im „*Schlütt*“ zwischen den Halligen Oland und Gröde in den Jahren 1958 (Abb. 75a) und 1968 (Abb. 75b) wiedergegeben. Am eingezeichneten Gitternetz sieht man die überraschende Stabilität der Ebbe- und Fluthaken mitten im Strom, der an den südlichen Wattkörper angesetzten Haken, der Wattkanten und selbst kleinerer Priele. Und dies, obwohl das Schlütt seit 1960 Fahrrinne für den neuen Schiffsverkehrsverkehr von Schlüttsiel aus ist und durch diesen sicher erhebliche unregelmäßige Turbulenz in das Wasser gebracht wird.

Am stärksten sind die Veränderungen der Wattformen am seewärtigen Rand des Wattenmeeres, vor allem in den Mündungsgebieten der großen Wattströme (siehe Abschnitte 5b, e, f, g). Hier sind bestimmte Gestaltungen, welche vom Ebbe- und/oder Flutstrom geschaffen worden sind, oft schon nach wenigen Jahren nicht mehr wiederzufinden. An solchen Stellen ist das Luftbild besonders geeignet, Formveränderungen und Umlagerungstendenzen aufzuzeigen; es ist nur eine genügend häufige Wiederholung von vergleichbaren Aufnahmen nötig. Eine solche Aufnahmenserie würde, mit Zeitraffer filmartig betrachtet, wahrscheinlich meist Vorgänge wie ungleichmäßig flackernde Flammen auf diesen Sandbänken erkennen lassen. Dagegen würden bei derselben Methode die Veränderungen der Prielsysteme mehr wie langsame, kontinuierlich gerichtete Verschiebung und Verbiegung von Formen wirken.



Bei Besprechung der Veränderungen muß auf eine Fehlerquelle beim Vergleich hingewiesen werden. Die Luftbildpläne verschiedenen Alters sind entzerrt, sollten sich also lagemäßig eigentlich decken. Aber sie sind nicht auf gleichartigem Papier kopiert. Hauptsächlich hierdurch entstehen, wie sich bei Benutzung der vorliegenden Pläne ergab, Abweichungen nach allen Richtungen, welche in der Natur mehrere zehn Meter ausmachen können. Man wird sich in solchen Fällen begnügen müssen, klare, feste Linien oder Punkte möglichst nahe dem zu vergleichenden Objekt, z. B. Deiche, Straßen, Häuser, als Bezugsgrundlagen zur Deckung zu bringen und von da aus die Veränderungen zu studieren. Evtl. muß das auf einem größeren Bildplan von mehreren Stellen aus geschehen.

### C. Zusammenfassung

Die Grundlage für die hier dargestellte Interpretation von Luftbildern des schleswig-holsteinischen Wattenmeeres (3600 km<sup>2</sup>) sind die Luftbildkarten dieses Wattgebietes, wie sie großräumig 1935/38 (innerer Wattbereich, 2500 km<sup>2</sup>) und 1958 (gesamter Wattbereich) geschaffen wurden.

Für die nordfriesischen Halligen Langeneß, Oland, Nordstrandischmoor und Norderoog liegen entzerrte Luftbildpläne sogar von 1926 vor.

Zur Verdeutlichung der Beschreibung wurden Luftbild-Schrägaufnahmen und Lichtbilder von der Erde aus mitverwendet.

Aus dem gesamten Bereich, d. h. von den an das Watt grenzenden Inseln und Festlandsgebieten bis zum äußeren Rand des Wattenmeeres, wurden als Beispiele die Gebiete bei folgenden Örtlichkeiten beschrieben und gedeutet:

- |   |   |
|---|---|
| 5 Verlandungsgebiete                          | – Hauke-Haien-Koog, Hamburger Hallig, Nordstrander Damm in Nordfriesland, Wöhrdener Hafen, Hallig Helmsand in Dithmarschen;   |
| 4 Halligen                                    | – Langeneß, Gröde, Norderoog, Südfall;  |
| 10 freie Wattflächen                          | – Amrum, Hooge/Norderoog, Süderoog, Eidermündung, Blauort, Christianskoog, Hallig Helmsand, Kronprinzenkoog, Marner Plate, gesamtes Dithmarscher Watt;                      |
| 7 Dünengebiete, hohe Außensände und Sandbänke | – Nordspitze von Amrum, Sandbänke nördlich von Amrum, Kniepsand vor Amrum, Süderoogsand, Westküste von Eiderstedt, Tertius-Sand westlich von Büsum, Sandbänke bei Trischen. |

Im folgenden sollen, auch unter Rückblick auf die besprochenen Einzelbeispiele, noch einmal die wesentlichen Punkte zusammengestellt werden, welche bei der Deutung der Luftbilder beachtet werden müssen. Auf manches davon ist schon in der Literatur hingewiesen worden, da naturgemäß diese Probleme jedem Benutzer von Luftbildern begegnen (z. B. GIERLOFF-EMDEN, WRAGE, OTREMBÄ/MÜLLER-MINY).

Folgende Naturerscheinungen sind im Wattgebiet an der Oberfläche zu sehen:

- a) im Gezeitenbereich:  
Wasser, Priele, Wattedimente (Sand bis Schlick) naß oder trocken, Tiersiedlungen (Miesmuscheln), Schalenanhäufungen, Pflanzenbestände (Algen, Zwergseegegras);
  - b) im Verlandungsgebiet:  
Nach oben hin zunehmende Verlandungsvegetation (*Spartina* in Einzelhorsten und in geschlossenen Beständen, *Salicornia*-Bestände);
  - c) im Marschland oberhalb MThw:  
Salzwiesenvegetation auf „Vorland“ = „Halligland“ (nicht eingedeicht), Süßgraswiesen-Vegetation mit Resten von Salzvegetation in Sommerkögen (hinter einem Sommerdeich);
  - d) in Dünengebieten:  
Dünen mit Vegetation, Heide, Waldstücke, Kleingewässer.
- Bei der Deutung von Luftbildern müssen bekannt sein:
- a) Jahr;
  - b) Monat (Jahreszeit, besonders wegen der Vegetationsentwicklung);
  - c) Tag;
  - d) Tageszeit (Lichteinfall);



- e) Windverhältnisse (Wolken werden nach Möglichkeit vermieden);
- f) Negativ- und Filtermaterial (die hier gebrachten Luftbilder sind fast alle mit Pan-Film aufgenommen worden).

Tag und Uhrzeit sind ganz besonders für den Vergleich von Luftbildern aus verschiedenen Zeiten erforderlich. Wenn man diese Daten nicht hat, kennt man folgende Faktoren nicht:

- a) den genauen Wasserstand und die Abweichung vom Niedrigwasserstand (bei welchem die Aufnahmen nach Möglichkeit gemacht werden sollen);
- b) die Windverhältnisse mit ihren optischen Wirkungen;
- c) den Sonnenstand mit seinen Auswirkungen auf die Reflexion.

Diese Angaben sind sowohl für die Hauptserie der Luftbildwattaufnahme in den dreißiger Jahren wie für die Luftbilder von 1958 und später vorhanden oder feststellbar; die Vergleiche zwischen beiden Serien sind also meist uneingeschränkt möglich.

Wie weit alle eben genannten Dinge und Erscheinungen auf dem Schwarzweißluftbild erkennbar sind, hängt ab:

- a) vom Aufnahmeabstand,
- b) von den Kontrasten zu benachbarten Erscheinungen,
- c) von der Schärfe der Umrißlinien,
- d) vom Sonnenstand.

Das sind Faktoren, welche bei jedem Luftbild, auch bei denen vom festen Lande, gegeben sind.

Im eigentlichen Watt, im Gezeitenbereich, kommen zu den eben genannten Faktoren weitere hinzu, welche das Aussehen der Luftbilder bestimmen. Sie hängen weitgehend mit dem Vorhandensein oder Fehlen von Wasser zusammen. Im allgemeinen erscheint das Wasser bei annähernd senkrechter Blickrichtung auf dem Luftbild dunkelgrau bis schwarz (viele Beispiele). Erscheint es bei tieferen Gewässern (z. B. Wattströmen) hell, dann ist meist doch zu erkennen, daß es sich um Wasser in einem Gewässer handelt und warum es hell reflektierend wiedergegeben wird: nämlich bei Wind, weil eine große Anzahl kleiner Reflexe von den Wellen kommt (z. B. Abschn. 4. i); oder bei ruhigem Wasser, weil durch eine entsprechende Kombination von Sonnenstand und Lage der reflektierenden Stelle auf dem photographierten Bildausschnitt (meist in der Nähe des Bildrandes) Reflexlicht ins Bild gelangt (Abschn. 6. d).

Dunkle Flecken auf dem „trocken“-gefallenen Watt können ebenfalls von der Anwesenheit von Wasser herrühren, auch wenn es nur in dünner Schicht oder bis an die Oberfläche des wasser-gesättigten Sediments steht. Bei entsprechendem Reflexwinkel der Sonne und bei entsprechender Höhe des Flugzeuges kann aber auch auf dem nassen Watt das Wasser hell erscheinen.

Die dunkle Tönung auf dem Watt kann andererseits verursacht sein durch die Wattvegetation (Großalgen, Zwergseegras, Diatomeen), welche durch ihre mehr oder weniger dunkelgrüne Färbung ebenfalls dunkel abgebildet wird (z. B. Abschn. 4. b).

Welcher dieser Faktoren die Dunkelstellen auf einem Luftbild des Watts bedingen, ist – jedenfalls bei Maßstäben von kleiner als 1:10 000 – oft nicht mit Sicherheit zu sagen. Hinweise zur Deutung können gegeben sein durch die Größe der Flecken, ihre Lage, ihre Gestalt, den Verlauf und die Schärfe ihrer Grenzen. Durch Wasser bedingte Flecken sind auf Wattflächen meist relativ groß, abgerundet. Die Übergänge zu anderen Tönungen sind oft nicht scharf. Das gilt besonders, wenn es sich um flache Senken auf einer einheitlichen Wattfläche handelt. Auf Prielrändern ist die durch Wasser bedingte Tönungsgrenze dagegen oft sogar sehr scharf. Das hängt ab von der Neigung des Prielhanges. Die Grenzlinie zwischen hell und dunkel läuft dann nach Art einer Isohypse dem Priel und seinen Nebenrinnen parallel (z. B. Abschn. 6. f). Diese geregelte, oft geradezu ornamentale Ausprägung der Dunkelgrenze ist dagegen meist nicht gegeben, wenn es sich entlang den kleinen Prielen um Diatomeensiedlungen handelt. Diese haben gewöhnlich unregelmäßigere Umrisse (Abschn. 6. b). Ähnlich ist es mit den Umrisen von Algen- und Seegrasbeständen. Mies-muschelsiedlungen sind meist als kleine, aber ganz scharf umrissene schwarze Flecke abgebildet (z. B. Abschn. 4. a).

Dagegen sind Anhäufungen von leeren Muschelschalen, wie sie im Watt oft in enormen Mengen (evtl. hunderte von m<sup>3</sup>) entlang den Rändern größerer Priele und an Vorlandkanten zusammen-geschwemmt werden, fast immer sehr hell abgebildet; sie haben auch in Natur eine weißliche, meist glanzlose Farbe. Selbst die nur 3–4 mm großen *Hydrobia*-Wattschnecken können an Vorlandkanten, in Winkeln von Buhnen usw. in Massen von mehreren m<sup>3</sup> als Reinprodukt vom Wasser zusammengetragen werden und dann sogar auf dem Luftbild sichtbar sein.

Die Tönung der Vegetation auf den Vorländern ist wie die der Binnengrünlandvegetation im allgemeinen relativ dunkel. Doch gibt es gerade auf den Salzwiesen Pflanzen, welche während



einer beträchtlichen Zeit des Jahres einen gelblichen Vegetationsaspekt bedingen, nämlich solange reife Samenbestände erhalten sind. Es sind Pflanzen, welche zugleich auf größeren Flächen bestandsdeckend sind und reichlich blühen, nämlich roter Schwingel (*Festuca rubra littoralis*), Strandquecke (*Agropyrum littorale*) und Schlickgras (*Spartina Townsendii*). Bei der letztgenannten Art behalten im Winter vor allem die dichten Teppiche der breiten Blätter die ockergelbliche Färbung, die sich bis zum Beginn des neuen Wachstums (Juni) dominant erhält.

Die Art der Wattedimente, ob Sand, Schluff oder Schlick, ist auf dem Luftbild nach der Tönung vielfach nicht mit Sicherheit zu erkennen, da alle Varianten der Sedimente je nach Wasserzustand, Geländeneigung und Beleuchtung verschiedene Hell- oder Dunkeltöne ergeben können. Man kann, wenn man ohne Ortskenntnis darüber urteilen soll, nur Wahrscheinlichkeitsaussagen machen unter Beachtung der Lage der betreffenden Stelle auf dem Wattgebiet, wie: am Rande oder in der Mitte, windgeschützt oder windexponiert, im äußeren oder festlandsnahen Watt, im Dithmarscher oder nordfriesischen Wattbezirk, auf großer oder kleiner Gesamt wattfläche, Ausbildung des Prielsystems und ähnliches.

Alles in allem: Es ist nicht möglich, eine allgemeingültige Legende für die Deutung der verschiedengetönten Elemente auf der Luftbildkarte vom Watt zu geben. Die Kenntnis der Einzelheiten durch Geländebegehung ist bei vielen Erscheinungen nötig. Nur aus diesem Grunde wurde auch ausdrücklich erwähnt, daß die Auswahl der Beispiele und die Interpretation unter anderem danach erfolgte, daß der Verfasser die Gebiete selbst aus eigener Begehung und Anschauung kennt.

Wenn bisher lauter einschränkende Bemerkungen hinsichtlich der Deutungsmöglichkeiten und damit hinsichtlich des Gebrauchs der Luftbildpläne gemacht wurden, so sollen und können demgegenüber nun auch die Vorzüge des Luftbildes herausgestellt werden.

Man kann im allgemeinen sagen, daß es die Flächen auf dem Watt sind, die vielfach Schwierigkeiten hinsichtlich der Deutung ihres Inhalts machen, daß aber linienhafte Erscheinungen meist einwandfrei erkannt werden können. Es sind zugleich diejenigen, welche auch auf jeder herkömmlichen Karte den Hauptinhalt ausmachen: Gewässerrinnen, Priele bis in die feinsten Verzweigungen (wobei bei den trockenfallenden Rinnen oft sogar die Querschnittsform erkennbar ist), Grenzen zwischen Gewässer und festem Boden, ebenso Uferländer und Uferbauwerke.

Für die Abbildung der Priele und der Umrißlinien der Wattplatten – und damit auch mehr oder weniger deren Gestalt – ist das Luftbild unübertrefflich. Wenn auch bei sehr flachem Eintauchen des Watts in einen Priel die Grenze Watt–Wasser nicht immer ganz scharf zu erkennen ist, ist sie dennoch praktisch so genau wie die nivellitisch gewonnene. Da das Watt nicht nur ein amphibisches Gebiet ist, sondern da sich manche Erscheinungen darauf – besonders im sandigen, seewärtigen Randbereich – sehr schnell ändern, ist das Luftbild in dem Fall sogar die einzige Möglichkeit, exakte kartenmäßige Einzelbilder in beliebigen Zeitabständen zu bekommen und danach Veränderungsabläufe messend zu bestimmen.

Gelegentlich können sogar höhenmäßig geringfügige Oberflächenwellen (von etwa 10 cm Höhe) auf freien Wattflächen im Luftbild erkennbar werden, welche nivellitisch nicht erfaßt werden: nämlich mit Hilfe der verschiedenen Schwärzung je nach den Wasserverhältnissen an den betreffenden Stellen (z. B. Abschn. 4. g). Auch flache Watsenken können infolge ihres höheren Wassergehaltes und der dadurch bedingten Dunkelfärbung auf dem Luftbild deutlicher erkennbar sein als beim Begehen (z. B. Abschn. 4. e).

In Abschnitt 3. c wurde ein Beispiel beschrieben, wie aus der Abbildung der Vegetationsverhältnisse die Jahreszeit bei der Aufnahme des Luftbildes (die nicht bekannt war) auf den Monat genau abgelesen werden konnte.

Die kartenmäßige Auswertung der Luftbilder geschieht meist an den entzerrten Bildplänen, welche

- a) auf einen anderen Maßstab gebracht wurden (z. B. von 1:24 000 im Originalfliegerfilm auf 1:25 000 im Luftbildplan), und welche
- b) bei der kartentechnischen Bearbeitung aus mehr oder weniger zahlreichen Teilstücken zusammengesetzt sind. Die Einzelstücke sind in vielen Fällen an verschiedenen Tagen aufgenommen worden und zeigen oft beiderseits einer Teilstückgrenze auf einem und demselben Wattobjekt recht verschiedene Tönungen und Strukturen (z. B. Abschn. 2. c und 4. i). Dann sind diese Luftbildpläne wohl vermessungstechnisch einwandfrei, sie sind aber hinsichtlich der Darstellung der verschiedenen Erscheinungen nicht mehr so klar wie die Originalfliegerbilder oder gute Vergrößerungen von diesen.

Luftbilder werden gern zum Vergleich mehrerer Abbildungen desselben Gegenstandes aus verschiedenen Zeiten benutzt, um Veränderungen und Veränderungstendenzen festzustellen. Das ist eine gute Möglichkeit des Gebrauchs, nur muß dabei folgendes beachtet werden: Wenn die



zeitlichen Aufnahmeabstände im Hinblick auf die Veränderlichkeit des Gebildes im Watt groß sind (z. B. zehn Jahre bei Sandbänken vor den Außensänden), kann kaum die Tendenz der Veränderungen erkannt werden; denn in der nicht bildmäßig erfaßten Zwischenzeit sind angesichts der ständig in unvorhersehbarer Weise wechselnden Außenbedingungen die verschiedenartigsten Zwischenstadien nach der einen oder anderen Richtung denkbar und sicher auch verwirklicht. Die Tendenz geht dann vielleicht in einer ganz anderen Richtung, als nach bloß zwei Augenblicksbildern gefolgert werden kann.

#### D. Schriftenverzeichnis

- BANTELMANN, A.: Das nordfriesische Wattenmeer, eine Kulturlandschaft der Vergangenheit. – Westküste 2, H. 1, S. 39–115. 1939.
- BANTELMANN, A.: Die Landschaftsentwicklung im nordfriesischen Küstengebiet, eine Funktionschronik durch fünf Jahrtausende. – Die Küste 14, H. 2, S. 5–99. 1966.
- BIELFELDT, C.: Landentwicklung in Bedrängnis. – In: BIELFELDT u. a.: Das Unternehmen Landentwicklung. Programm Nord. Eiderraum. = Materialsammlg. d. Agrarsozialen Ges. e. V., Nr. 62, S. 382–398. Kiel 1967.
- BOBEK, H.: Luftbild und Geomorphologie. – Luftbild u. Luftbildmessg., Nr. 20. 161 S. 1941.
- BUSCH, A.: Der gegenwärtige Stand der Rungholtforschung. – Natur u. Volk 70, H. 5, S. 223–233. 1940.
- BUSCH, A.: Flurnamen und Fluruntersuchungen in der Gemarkung Hallig Südfall. – Nordelbingen 22, S. 108–116. 1954.
- BUSCH, A.: Die heutige Hallig Südfall und die letzten Spuren Rungholts. – Die Heimat 64, H. 7, S. 212–216. 1957.
- BUSCH, A.: Lilienrons Dichtung und die Rungholtforschung. – Die Heimat 69, H. 1, S. 4–8. 1962a.
- BUSCH, A.: Die Bergung der Schleusenreste im Rungholtwatt. – Die Heimat 69, H. 1, S. 8–10. 1962b.
- DEGN, CHR., u. MUUSZ, U.: Luftbildatlas Schleswig-Holstein, I und II. – Neumünster 1965 und 1968.
- DEUTSCHER WETTERDIENST. MONATLICHER WITTERUNGSBERICHT. – Offenbach, versch. Jahre.
- DOLEZAL, R.: Grundkarten der Wattaufnahmen an der Westküste Schleswig-Holsteins. – Allg. Vermess.-Nachr., Nr. 11, S. 276–285. 1952.
- DOLEZAL, R.: Das Luftbild im Dienste der Landerhaltung und Landgewinnung. – Transact. Sympos. on Photo Interpretation, Delft 1962. = Intern. Arch. f. Photogrammetrie XIV, S. 1963.
- DOLEZAL, R.: Das Luftbild im Dienst wasserwirtschaftlicher Maßnahmen. – Dtsch. gewässerkr. Mitt. 10, H. 6, S. 174–182. 1966.
- GIERLOFF-EMDEN, H. G.: Luftbild und Küstengeographie am Beispiel der deutschen Nordseeküste. – Landeskundl. Luftbilddauswertung im mitteldeutschen Raum, H. 4, 117 S. 1961.
- GIERLOFF-EMDEN, H. G.: Das Luftbild als Hilfsmittel zur Aufklärung der Dynamik von Schwebstoff- und Sinkstofftransport in der Nordsee. – Dtsch. Hydrogr. Zeitschr. 20, H. 6, S. 275 bis 278. 1967.
- GRIPP, K.: Zur jüngsten Entwicklung von Hörnum/Sylt und Amrum mit einer Übersicht über die Entstehung der Dünen in Nordfriesland. – Die Küste 16, S. 76–117. 1968.
- GROTHENN, D.: Untersuchungen zur Wattvermessung. – Wiss. Arb. d. Inst. f. Geodäsie u. Photogramm. Techn. Hochsch. Hannover, Nr. 23. 1964.
- HABERSTROH, E. G.: Forschungsarbeiten im dithmarscher Wattenmeer. – Westküste 1, H. 2, S. 16 bis 51. 1938.
- HAMBURGER LUFTBILD GMBH: Luftbildsammlung zur Landgewinnung an der Nordsee. – Unveröff. Album, Univ.-Bibl. Kiel, um 1935.
- HEISER: Landerhaltung und Landgewinnung an der deutschen Nordseeküste. – Die Bautechn., H. 13 u. 27. 1933.
- KNOP, F.: Untersuchungen über Gezeitenbewegungen und morphologische Veränderungen im nordfriesischen Wattgebiet als Vorarbeiten für Dammbauten. – Mitt. Leichtweiß-Inst. f. Wasserbau und Grundbau T.H. Braunschweig, H. 1, 1961.
- KNOP, F.: Küsten- und Wattveränderungen Nordfrieslands. Methoden und Ergebnisse ihrer Überwachung. – Die Küste 11, S. 1–33. 1963.



- KÖNIG, D.: Vergleichende Bestandaufnahmen an bodenbewohnenden Watt-Tieren im Gebiet des Sicherungsdammes vor dem Friedrichskoog (Süderdithmarschen) in den Jahren 1935–1939. – Westküste, Kriegsheft, S. 120–172. 1943.
- KÖNIG, D.: *Spartina Townsendii* an der Westküste von Schleswig-Holstein. – *Planta* 36, S. 34–70. 1948.
- KÖNIG, D.: Naturkundliches von der Hallig Südfall. – *Die Heimat* 63, Nr. 8 u. 11. 1956.
- KÖNIG, D.: Die Pflanzenwelt von Norderoog. – Festschr. Verein Jordsand Hamburg „50 Jahre Seevogelschutz“, S. 113–124. – Hamburg 1957.
- KÖNIG, D.: Einige neue Beobachtungen über die Rolle der Diatomeen im Wattenmeer. – *Comptes rendus du Congrès international des Algues marines*, Biarritz, Sept. 1961. – Pergamon Press Oxford/London/New York, Sympos. Public. Divis., S. 215–221. 1964.
- KÖNIG, D.: Der Bupheverkoog auf Pellworm als Naturlandschaft. – Festschr. „25 Jahre Bupheverkoog“ = Schriftenreihe d. Ges. z. Förderung d. Inneren Kolonisation, Arbeitskreis Schleswig-Holstein/Hamburg, H. 7, S. 52–80. 1964.
- KÖNIG, D.: Biologische Auswirkungen des Abwassers einer Öl-Raffinerie in einem Verlandungsgebiet an der Nordsee. – *Helgol. wiss. Meeresunters.* 17, S. 321–334. 1968.
- KÖNIG, D.: Bemerkungen und Bilder zu den Dünenabbrüchen am Naturschutzgebiet Amrum-Nordspitze. – *Jordsand-Mitteil.* Hamburg 2, H. 1/2, S. 34–42. 1966 (1968).
- KÜHL, H.: Über das Auftreten von *Elminius modestus* Darwin in der Elbemündung. – *Helgol. Wiss. Meeresunt.* 5, H. 1. 1954.
- LAFFRENTZ, P.: Über die Pflege und Nutzung des Anwachs und der Deiche an der Dithmarscher Küste. – *Die Küste* 6, H. 2, S. 94–129. 1957.
- LEBHERZ, D.: Hochwasserentlastung Bongsiel an der schleswig-holsteinischen Westküste. – *Wasser und Boden* 16, H. 8, S. 263–267. 1964.
- LORENZEN, J. M.: Der Adolf-Hitler-Koog. – *Zentrbl. d. Bauverw.* 55, H. 31, S. 761–780. 1934.
- LORENZEN, J. M.: 25 Jahre Forschung im Dienst des Küstenschutzes. – *Die Küste* 8, S. 7–28. 1960.
- LÜDERS, K.: Über das Wandern der Priele. – *Abhandl. Naturw. Ver. Bremen* 29, H. 1/2, S. 19–32. 1934.
- LÜDERS, K.: *Kleines Küstenlexikon*, 2. Aufl. – Hildesheim 1967.
- MÄDJE, W.: Die Bedeutung des Luftbildes für die Raumforschung im Küstengebiet der Nordsee. – *Neues Arch. Niedersachsen*, H. 22/2, S. 119–125. 1951.
- MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN – AMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT – SCHLESWIG-HOLSTEIN: Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch. Küstengebiet der Nord- und Ostsee. – Kiel, versch. Jahre.
- MÜLLER, F., u. FISCHER, O.: Das Wasserwesen an der schleswig-holsteinischen Nordseeküste. 15 Bände. – Berlin 1917–1955.
- MÜLLER-MINY, H., OTREMBIA, E., u. GÖPNER, W.: Praktische Hinweise und Hilfsmittel zur länderkundlichen Arbeit. Geographische Luftbilddauswertung. In: *Geogr. Taschenbuch* (Herausg. E. MEYEN). – Stuttgart 1953.
- MUUSZ, R.: *Rungholt*. 3. Aufl. – Lübeck 1934.
- OSTENDORFF, E.: Die Grund- und Bodenverhältnisse der Watten zwischen Sylt und Eiderstedt. – *Westküste, Kriegsheft*, S. 1–6, 1943.
- PETERSEN, M.: Der Buphever Koog auf der nordfriesischen Insel Pellworm. – *Wasser und Boden* 6, H. 9, S. 287–295. 1954.
- PETERSEN, M.: Deich- und Wegebau, Entwässerung und Besiedlung des Bupheverkooges. – Festschr. „25 Jahre Bupheverkoog“ = Schriftenreihe d. Ges. z. Förderung d. Inneren Kolonisation, Arbeitskreis Schleswig-Holstein/Hamburg, H. 7, S. 14–37. 1964.
- PETERSEN, M.: Der Eiderdamm Hundeknöll-Vollerwiek als Folge künstlicher Eingriffe in den Wasserhaushalt eines Tideflusses. – In: S. BIELFELDT u. a., S. 158–172. 1967.
- PFEIFFER, H.: Die Arbeiten an der schleswig-holsteinischen Westküste seit 1933. – *Westküste* 1, H. 1, S. 24–51. 1938.
- PLATH, M.: Die biologische Bestandsaufnahme als Verfahren zur Kennzeichnung der Wattsedimente und die Kartierung der nordfriesischen Watten. – *Westküste, Kriegsheft*, S. 7–46. 1943.
- RÖHRS, W.: Der Dammbau zur Sicherung des Seedeiches an der Friedrichskoogspitze in Süderdithmarschen. – *Westküste* 1, H. 2, S. 1–15. 1938.
- RUILLAN, F.: Les études océanographiques, littorales et sous-marines par l'interprétation de photographies stéréoscopiques. – *Archives internationales de photogrammétrie* XIV. Transact. Sympos. of Photogramm. Delft, Sept. 1962, S. 432–437. 1963.



- RÜPKE, N.: Neue Erfahrungen der photogrammetrischen Vermessung von Watten. – Bildmessg. u. Luftbildwesen 34, H. 3, S. 103–109. 1966.
- SCHNEIDER, S.: Das Luftbild in der Landschaftsforschung. – Natur u. Landsch. 43, H. 2, S. 29–32. 1968.
- SCHULZ, H.: Norderoog. Geschichte, Schicksal und Verwaltung. – Festschr. Ver. Jordsand e. V. „Fünfzig Jahre Seevogelschutz“, S. 37–60. Hamburg 1957.
- SINDERN, J., u. KATHAGE, F.: Das Wasserlinienverfahren (Serien-Einzelbildmessung) – eine neue Art der Wattvermessung. – Dtsch. Gewässerkr. Mitt. 10, H. 6, S. 182–189. 1966.
- VOIGT, H.: Amrum-Ood im Luftbild. Ein Beispiel rezenter Küstenmorphologie. – Bildmessg. u. Luftbildwesen 33, H. 2, S. 67–76. 1965.
- VOIGT, H.: Die Insel Amrum. Landschaft und Entwicklung. – In: Amrum. Geschichte und Gestalt einer Insel. Herausg. M. u. N. HANSEN. – Itzehoe-Voßkate 1964.
- WOHLENBERG, E.: Die Grüne Insel in der Eidermündung. – A. d. Arch. d. Dtsch. Seewarte 50, Nr. 2, S. 1–34. 1931.
- WOHLENBERG, E.: Entstehung und Untergang der Insel Trischen. – Mitt. Geogr. Ges. Hamburg 49, S. 158–187. 1950.
- WRAGE, W.: Das Wattenmeer zwischen Trischen und Friedrichskoog. – A. d. Arch. d. Dtsch. Seewarte 48, Nr. 5, S. 1–128. 1930.
- WRAGE, W.: Schlickwattformen im Flußwatt. – Ann. d. Hydr. 63, H. 6, S. 234–237. 1935.
- WRAGE, W.: Luftbild und Wattforschung. – Petermanns Geogr. Mitt. 102, H. 1, S. 6–12. 1958.